



Pratiques d'enseignants de mathématiques en environnement technologique : L'intégration du tableur dans l'enseignement des suites en Première Littéraire

Emel Ozdemir Erdogan

► To cite this version:

Emel Ozdemir Erdogan. Pratiques d'enseignants de mathématiques en environnement technologique : L'intégration du tableur dans l'enseignement des suites en Première Littéraire. Education. Université Paris-Diderot - Paris VII, 2006. Français. NNT : . tel-00419671

HAL Id: tel-00419671

<https://theses.hal.science/tel-00419671>

Submitted on 24 Sep 2009

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'UNIVERSITE PARIS 7 – DENIS DIDEROT

UFR DE MATHEMATIQUES

Ecole doctorale "Savoirs scientifiques:
épistémologie, histoire des sciences, didactique des disciplines"

THESE

Pour l'obtention du diplôme de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE PARIS 7

Spécialité: **DIDACTIQUE DES MATHEMATIQUES**

présentée et soutenue publiquement le 27 Octobre 2006 par

Emel ÖZDEMİR ERDOĞAN

**PRATIQUES D'ENSEIGNANTS DE MATHEMATIQUES EN
ENVIRONNEMENT TECHNOLOGIQUE**

L'intégration du tableur dans l'enseignement des suites en

Première Littéraire

Directeur de thèse

M. Jean-Baptiste LAGRANGE

Membres du jury

Mme Michèle ARTIGUE, Professeur, Université Paris 7

Présidente du jury

M. Jean-Baptiste LAGRANGE, Professeur, IUFM de Reims

Directeur de thèse

Mme Janine ROGALSKI, Directeur de Recherche, CNRS

Rapporteur

M. Kenneth RUTHVEN, Professeur, Université de Cambridge

Examineur

M. Luc TROUCHE, Professeur, INRP

Rapporteur

Thèse préparée au sein de l'équipe de recherche en didactique des mathématiques



à Ma mère et Mon père
Annem ve Babam'a

REMERCIEMENTS

Je voudrais tout d'abord exprimer ma sincère gratitude envers mon directeur de thèse, M. Jean-baptiste LAGRANGE. Je le remercie pour sa générosité, sa disponibilité et son soutien permanent pendant ces longues années. Son enthousiasme, ses capacités de travail et son énergie inépuisable malgré les kilomètres qu'il parcourt entre trois villes, ont toujours été une source de motivation pour moi. Je lui suis très reconnaissante de m'avoir appris à faire de la recherche.

Je remercie vivement Mme Janine ROGALSKI et M. Luc TROUCHE d'avoir accepté d'être rapporteurs, avec tout le travail que cela implique. Leurs remarques ont été très constructives et ont ouvert de nouvelles perspectives pour la suite de mes recherches.

Je suis très honorée que Mme Michèle ARTIGUE et M. Kenneth RUTHVEN aient accepté de participer au jury. Je les remercie pour le temps qu'ils ont consacré à lire et à évaluer mon travail.

Je remercie tous les membres de l'équipe DIDIREM pour leur accueil chaleureux, et pour avoir mis à ma disposition tous les moyens nécessaires à l'accomplissement de ma thèse. Je remercie également tous les membres de l'équipe des jeunes chercheurs pour les discussions scientifiques et les moments sympathiques que nous avons passés ensemble.

Je remercie les trois enseignants (même si les contraintes de temps ne m'ont pas permis d'exploiter la totalité des données recueillies, mais elles me seront certainement utiles pour mes futurs travaux...) qui ont très aimablement accepté de m'ouvrir la porte de leurs classes et qui m'ont permis de connaître les classes de mathématiques françaises.

Je remercie Mme Wasse, la secrétaire de UFR des mathématiques, pour sa gentillesse et son effort pour rendre moins difficiles les tâches administratives.

Je remercie tous les doctorants du bureau 5B01 pour les moments conviviaux passés ensemble, qui m'ont à chaque fois permis de récupérer des forces pour me remettre au travail. Je remercie tous mes amis qui m'ont soutenu pendant ces années.

Ce travail de thèse loin de chez moi m'a permis d'acquérir un enrichissement intellectuel, des expériences professionnelles et personnelles, mais surtout il a été l'occasion de comprendre à quel point je devais être heureuse d'avoir une grande famille toujours à mes côtés :

Je remercie tous les membres de ma famille qui m'ont fortement soutenue pendant toute cette période, et accueillie avec joie à chaque fois que je suis retournée chez moi, en Turquie. Je pense particulièrement à mon oncle Şenol et à son épouse Leyla, à ma tante Hanife et à son époux Gürsel, qui ont toujours su montrer leur soutien et leur générosité pendant mes études.

Je remercie ma belle-famille, tout particulièrement ma belle-sœur Hülya, son époux Rafet et leurs enfants Ümit, Cihad et Emre. Leur petite maison hollandaise était pour nous une deuxième adresse,

un refuge, un endroit où nous pouvions nous remettre des séquelles de la thèse. A chaque fois j'ai passé des moments merveilleux avec eux.

Si je peux écrire maintenant l'introduction de ma thèse c'est grâce à mes parents auxquels j'ai dédié ce travail. Je n'aurais pas pu arriver à ce stade si jamais leur confiance en moi, leur soutien, leur présence étaient venus à manquer. Leur dévouement a été tel que mon père a volontairement accepté ces deux dernières années de rester seul pendant que ma mère assumait avec plaisir son rôle de grand-mère en faisant des allers-retours entre deux pays. Et ma petite sœur, Tuğba... Je ne m'attendais pas à ce qu'elle fasse l'épreuve d'autant de maturité et qu'elle devienne pour nous plus qu'une sœur, et plus qu'une tante pour mon fils.

Je remercie enfin les deux hommes de ma vie qui me sont les plus chers :

mon fils, Melih, pour la joie qu'il nous a apportée et pour avoir su merveilleusement s'adapter à la vie doctorante de ses parents.

mon époux, mon complice, Kadir pour son indéfectible foi en moi, pour son soutien total, ainsi que pour sa détermination sans faille et son enthousiasme pour la recherche qui me donnent le courage de continuer dans ce chemin. Sans lui, je n'aurais jamais pu terminer ce travail...

SOMMAIRE

INTRODUCTION	11
--------------------	----

CHAPITRE 1

L'enseignant et les technologies

I. L'enseignant dans la recherche en didactique des mathématiques	17
1. Un regard général sur les travaux concernant l'enseignant.....	17
2. La double approche de Robert et Rogalski	19
II. L'enseignant et les technologies dans les recherches	20
1. La formation des enseignants et les technologies :	21
2. Les enseignants utilisant des technologies en classe :	24
2.1. Un nouveau mode de travail en classe	24
2.2. Comparaison des interactions entre deux environnements (les séances avec et sans ordinateur)	25
3. Des modèles pour étudier et comprendre les pratiques des enseignants en environnement technologique	27
3.1. Le modèle 'pédagogiques' de Ruthven et Hennessy :	27
3.2. Le modèle de Saxe à quatre paramètres	28
III. Les incitations institutionnelles à l'usage des TICE	29
Le rôle de l'enseignant pour la noosphère	31
IV. Les freins à l'utilisation des technologies	33
V. Notre objet d'étude.....	34
Nos hypothèses.....	35
Nos choix	35
Contexte et but de la recherche	36

CHAPITRE 2

Tableur : un outil d'enseignement

I. Le tableur dans la recherche en didactique des mathématiques.....	41
II. Le tableur dans le système d'enseignement au niveau du lycée (programmes du lycée, manuels scolaires de la classe de 1^{ère} L).....	44
1. Le tableur dans les programmes officiels du lycée	44
1.1. Le programme officiel de l'enseignement obligatoire de la classe de 1 ^{ère} L.....	44
1.2. Les programmes de Seconde et des autres sections	47
2. Manuels scolaires pour la classe de 1 ^{ère} L	49
2.1. Initiation au tableur	51
2.2. Analyse du chapitre des manuels portant sur la notion de 'suite'	54
2.3. Un regard sur les techniques instrumentées existantes dans les manuels.....	78
III. Conclusion	86

CHAPITRE 3

Méthodologie de la recherche

I. Une observation « naturaliste »	91
II. Les choix relatifs à l'analyse de données.....	93

CHAPITRE 4

Analyse des pratiques de Mme P_{SCEP}

I. Présentation générale de l'observation	99
II. Présentation de Mme P_{SCEP}	100
III. Analyse des séances.....	101
1. Première rencontre avec la notion de 'suite' en salle de cours (sans ordinateur).....	102
2. Première séance en salle informatique concernant les suites	103
2.1. Présentation générale de la séance	103
2.2. Analyse des exercices proposés	103
2.3. Déroulement et analyse local de la séance à travers les phases.....	108
2.4. Analyse globale de la séance à travers deux composantes	119
2.5. Conclusion.....	126
3. L'étude de la suite arithmétique en salle de cours (sans ordinateurs)	127
4. Deuxième séance en salle informatique concernant les suites	128
4.1. Présentation générale de la séance	128
4.2. Analyse des exercices proposés	128

4.3. Déroulement et analyse local de la séance à travers les phases.....	131
4.4. Analyse globale de la séance à travers deux composantes	138
4.5. Conclusion.....	143
5. L'étude de la notion de suite géométrique en salle de cours	144
6. Dernière séance en salle informatique concernant les suites.....	145
6.1. Présentation générale de la séance	145
6.2. Analyse des exercices proposés	146
6.3. Déroulement et analyse local de la séance à travers les phases.....	149
6.4. Analyse globale de la séance à travers deux composantes	155
6.5. Conclusion.....	161
IV. Conclusion	162

CHAPITRE 5

Analyse des pratiques de Mme P_{EX}

I. Présentation générale de l'observation	167
II. Présentation de Mme P_{EX}	169
III. Analyse des séances.....	171
1. Première séance : détermination de la croissance linéaire et exponentielle	171
1.1. Présentation générale de la séance	171
1.2. Analyse des exercices proposés	171
1.3. Déroulement et analyse local de la séance à travers les phases.....	176
1.4. Analyse globale de la séance à travers deux composantes	187
1.5. Conclusion.....	193
2. Deuxième séance : étude du type de croissance sur les intervalles réguliers et non réguliers	194
2.1. Présentation générale de la séance	194
2.2. Analyse des exercices proposés	195
2.3. Déroulement et analyse local de la séance à travers les phases.....	199
2.4. Analyse globale de la séance à travers deux composantes	205
2.5. Conclusion.....	208
3. Deux dernières séances : une séquence de modélisation à l'aide de la croissance.....	210
3.1. Présentation générale de la séquence	210
3.2. Analyse des exercices proposés	211
3.3. Déroulement et analyse local de la séquence à travers les phases.....	214
3.4. Analyse globale de la séquence à travers deux composantes	221
3.5. Conclusion.....	228
IV. Conclusion	230

CHAPITRE 6

Les pratiques d'évaluation de Mme P_{EX}

I. Evaluation des connaissances-tableur des élèves par l'épreuve d'entraînement au baccalauréat	237
II. Présentation du recueil de données.....	238
III. Conclusion	272

CHAPITRE 7

Le « modèle de Saxe » : variabilité des pratiques

I. Une comparaison des pratiques : pourquoi ?.....	277
II. Le modèle de Saxe	278
III. Adaptation du modèle de Saxe par Monaghan dans le système d'enseignement	279
IV. Comparaison des pratiques de Mme P _{SCEP} et de Mme P _{EX}	280
4.1. Les quatre paramètres pour les enseignants	281
4.2. Analyse comparative de deux séances	282
4.3. But émergents et influence des paramètres	284
4.4. Synthèse de la comparaison	286
V. Conclusion	287
CONCLUSION.....	289
GENERALE.....	289
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	297
ANNEXES.....	305

INTRODUCTION

L'intégration des outils informatiques à l'enseignement des mathématiques est abordée par la didactique depuis plus de vingt-cinq ans. La dimension 'enseignant' de cette intégration est apparue plus tard comme un objet de recherche. Cette dimension a d'abord été principalement étudiée dans les conditions expérimentales et plus récemment elle a été explorée dans les conditions 'ordinaires' pour prendre en compte les difficultés que rencontre cette intégration dans l'enseignement 'réel'.

Notre travail de thèse s'inscrit dans ce mouvement portant sur les pratiques des enseignants en environnement technologique. Suivant Artigue (1988), nous pensons que les obstacles à l'intégration des outils informatiques dans l'enseignement découlent de l'insuffisance d'une analyse didactique. Notre travail de thèse ainsi vise à contribuer à l'analyse didactique de la dimension 'enseignant' des recherches sur l'intégration des technologies.

Les recherches concernant les pratiques des enseignants en salle de cours (sans outils informatiques) (les travaux de Robert, Rogalski, Roditi, etc.) montrent une variabilité des pratiques enseignantes, due notamment à une marge de manœuvre locale ou à une dimension personnelle des pratiques. Selon les recherches réalisées en environnement technologique (les travaux de Stacey, Kendal, Monaghan, etc.), les potentialités des outils informatiques qui offrent aux enseignants de nouvelles situations d'enseignement et de nouvelles approches renforcent cette variabilité.

Ces dernières recherches montrent aussi que les contraintes que les outils informatiques imposent rendent les pratiques des enseignants en classe plus complexes. Ainsi, les enseignants se trouvent confrontés en classe à des situations inattendues durant lesquelles les objectifs initiaux de leur enseignement peuvent se modifier. En adoptant cette idée, Monaghan a récemment étudié les «paramètres» des pratiques des enseignants et leurs contributions à cette modification ou à l'apparition de nouveaux objectifs. Il propose ainsi un modèle d'analyse 'holistique', nommé « le modèle de Saxe », pour comprendre cette complexité des pratiques.

En partant des résultats de ces recherches, dans le cadre de notre travail de thèse, nous cherchons à comprendre la complexité de la gestion des contraintes par les enseignants. Nous nous intéressons plus particulièrement aux effets des interactions des «paramètres» des pratiques sur cette gestion,

définies dans le cadre de l'analyse 'holistique' proposée par Monaghan, ainsi qu'à la contribution de celles-ci à l'apparition des phénomènes inattendus par les enseignants en classe. Nous essayons d'élucider la variabilité des pratiques en environnement technologique à partir de cette analyse 'holistique'.

Notre travail de thèse repose sur une étude des pratiques d'enseignants durant les séances sur les « suites » en classe de Première Littéraire. L'enseignement obligatoire des mathématiques dans cette section comporte en effet une forte dimension informatique : l'utilisation du tableur est imposée par le programme et des connaissances sur le tableur sont évaluées au baccalauréat. Une conséquence est que l'enseignant de cette section doit nécessairement faire utiliser un tableur par les élèves. Il est ainsi possible d'observer des tentatives d'intégration par des enseignants ayant des rapports personnels variés aux technologies.

Notre travail s'organise en sept chapitres :

Dans le **premier chapitre**, nous présentons différents travaux concernant la dimension 'enseignant' : nous commençons par un travail de synthèse sur l'enseignant dans la recherche en didactique des mathématiques puis nous nous focalisons sur les travaux concernant 'l'enseignant et les technologies' dans l'enseignement des mathématiques. Nous analysons dans le même chapitre les incitations institutionnelles auprès des enseignants. Nous concluons ce chapitre en présentant notre objet d'étude en précisant nos hypothèses, nos choix et le contexte de recherche.

Nous consacrons le **deuxième chapitre** au tableur. Dans un premier temps, nous présentons les recherches sur cet outil. Dans un deuxième temps, nous faisons une analyse institutionnelle à travers des programmes officiels et des manuels scolaires, notamment en Première Littéraire en privilégiant la notion de suite.

Après avoir précisé notre méthodologie d'observation dans le **chapitre trois**, nous présentons, dans les **chapitres quatre et cinq**, notre observation et les analyses individuelles des pratiques de deux enseignants confrontés au même enseignement.

Les connaissances des élèves sur tableur sont évaluées par l'épreuve du baccalauréat dans la classe de Première Littéraire. Ceci nous conduit à nous pencher sur les pratiques d'évaluation des enseignants de cette section. Le **chapitre six** porte donc sur ce sujet, qui est très peu abordé dans les recherches sur l'intégration des technologies.

À partir des résultats obtenus dans les chapitres quatre et cinq, nous essayons dans le **chapitre sept** de comprendre la variabilité des pratiques des enseignants en environnement technologique en étudiant les différentes «paramètres» des pratiques et leur interaction entre elles. Pour réaliser cette étude, nous utilisons « le modèle de Saxe » qui permet une approche 'holistique' des pratiques.

CHAPITRE 1

L'enseignant et les technologies

I. L'enseignant dans la recherche en didactique des mathématiques

L'enseignant est devenu un objet d'étude pour les travaux en didactique des mathématiques en France depuis les années 90 (Margolinas, Perrin-Glorian, 1997). Après avoir étudié les deux pôles du triangle didactique (l'élève et le savoir), les recherches se sont tournées vers le troisième - l'enseignant - et ont étudié son rôle dans le processus didactique.

Nous présenterons tout d'abord une synthèse des différentes recherches relatives à l'enseignant, principalement en France, puis nous nous centrerons sur une approche qui sera constituée l'un des fils conducteurs de nos analyses.

1. Un regard général sur les travaux concernant l'enseignant

Les objets à étudier dans les recherches en didactique concernant l'enseignant en classe sont identifiés par Perrin-Glorian (2002) comme les suivants :

- les contraintes et les marges de manœuvre de l'enseignant,
- les caractéristiques de la position de l'enseignant dans une situation didactique,
- les moyens utilisés par l'enseignant pour gérer son projet d'enseignement et la place laissée à l'élève dans la réalisation de ce projet,
- les régularités et les variabilités des pratiques,
- la façon dont se construisent les connaissances de l'enseignant.

Perrin-Glorian (ibid.) introduit la problématique de l'action de l'enseignant dans des classes *ordinaires*. Elle part des difficultés rencontrées dans la mise en œuvre par des enseignants de situations issues d'ingénieries didactiques. Ces dernières ont été développées en premier lieu comme méthodologie de recherche en didactique (Artigue, 1988). Lors de la mise en œuvre, des conduites d'enseignants "non conformes au projet d'ingénierie" sont observées. Ces conduites

apparaissent comme motivées par les difficultés d'apprentissage des élèves et par d'autres contraintes qui pèsent sur les professeurs. Perrin-Glorian (ibid.) précise que la prise en compte comme objet d'étude des pratiques des enseignants dans des classes *ordinaires* répond à la nécessité d'orienter la recherche vers les « différentes dimensions du travail de l'enseignant » de façon à comprendre les résistances et les contraintes du système didactique.

Perrin-Glorian (ibid.) présente aussi une classification des outils théoriques de didactique des mathématiques utilisés et développés pour l'étude de l'action de l'enseignant:

- identification des milieux du professeur par Margolinas (1993) puis par Bloch (1999) à partir du modèle de la structuration du '*milieu*', (Brousseau, 1989)
- identification des nécessaires conversions de connaissances en savoirs et de savoirs en connaissances (Rouchier, 1996, Conne, 1992, Bloch, ibid), - distinction des différents types de contrat et leurs différentes composantes à partir de la notion de *contrat didactique* (Brousseau, 1996, Comiti et Grenier, 1997, Hersant, 2001),
- caractérisation de l'activité mathématique et de l'activité du professeur de mathématique en termes de *praxéologies mathématiques ou didactiques*, définies par des types de tâche, des techniques, des technologies et des théories par Chevallard (1999),
- et plus récemment caractérisation des pratiques des enseignants par Robert et Rogalski (2002) comme l'activité d'un acteur dans un champ professionnel particulier. Il s'agit alors, dans une 'double approche', de joindre à une analyse didactique du travail de l'élève et de l'organisation de ce travail par l'enseignant, une analyse du travail de l'enseignant en tant qu'exerçant un métier.

Chacun de ces travaux traite différents aspects qui permettent de comprendre les pratiques des professeurs et la manière dont on peut étudier le travail du professeur. Parmi ces travaux, la double approche retient notre attention par l'accent mis sur une analyse globale¹ des pratiques enseignantes par Robert (2001) :

« [...] Beaucoup (d') analyses (*des pratiques en classe*) sont souvent centrées sur les élèves, sont menées à un moment donné, bien délimité, de la classe et ne prennent pas en compte les pratiques de l'enseignant dans leur cohérence globale. Par contraste, l'essai de compléter les analyses locales, faites à partir des élèves, par prise en compte d'une certaine globalité qui se construit en étudiant le travail de l'enseignant est une des spécificités de notre point de vue »

Dans le paragraphe suivant, nous précisons les éléments essentiels de cette double approche (didactique et ergonomique) pour notre étude.

¹ Robert emploie le terme 'global'. Comme nous le verrons ce terme est à prendre au sens de 'holistique' tel qu'il est employé par les anglo-saxons.

2. La double approche de Robert et Rogalski

Robert et Rogalski (ibid.) expliquent leur objectif d'étude des pratiques d'enseignants comme suivant :

« Nous cherchons à comprendre comment les individus particuliers (enseignants, élèves) peuvent investir les marges de manœuvre qui leur 'restent', et qui doivent donc être reconnues par nous, par delà les contraintes. Cela nous amène à travailler aussi bien du côté générique- pour délimiter ce qui est commun, que du côté individuel, pour mettre en évidence des variabilités entre enseignants. Dans cette mesure, notre objectif est de contribuer à analyser et à comprendre les pratiques des enseignants à la fois du point de vue de ce qu'elles peuvent engendrer en termes d'apprentissages des élèves, et du point de vue de leur fonctionnement. »

Les pratiques des enseignants sont analysées par rapport aux apprentissages potentiels des élèves à partir de la reconstitution de l'itinéraire cognitif en classe (c'est à dire les analyses du contenu en jeu, des tâches prescrites aux élèves, du déroulement –les tâches demandées effectivement aux élèves, compte tenu des modalités de travail adoptées et des discours de l'enseignant-) et de la fréquentation des mathématiques que l'enseignant organise pour les élèves. Cette analyse permet une lecture des pratiques des enseignants selon deux composantes :

- la composante cognitive: ce que l'enseignant planifie pour agir sur les connaissances mathématiques des élèves (quels savoirs, quel itinéraire cognitif pour les élèves),
- la composante médiative: les modes d'interaction en classe entre l'enseignant et les élèves (vus plutôt du côté de l'enseignant: discours d'accompagnement de l'enseignant, moments de ses interventions, mises en travail des élèves avec leurs modalités de leur travail, etc.).

La combinaison de ces deux composantes a pour objectif de reconstituer l'organisation par l'enseignant de la fréquentation des mathématiques. Elle permet d'inférer plus globalement des logiques d'action de l'enseignant à partir de son activité.

Pour compléter cette analyse didactique qui montre, selon les auteurs, des variabilités et des régularités (pour un enseignant et entre enseignants) mais qui ne permet pas totalement d'interpréter les variations constatées, les auteurs font appel à l'ergonomie cognitive. Dans ce cadre, elles font l'hypothèse que « les pratiques des enseignants sont complexes (au sens où elles ne sont pas réductibles à la somme de leurs composantes), stables et cohérentes et qu'elles résultent de recompositions singulières (personnelles) à partir des connaissances, représentations, expériences, et de l'histoire individuelle en fonction de l'appartenance à une profession ». Cette hypothèse implique que, pour identifier l'espace de liberté de l'enseignant, il faut préciser les contraintes qui dépassent le cadre de la classe, allant des contraintes institutionnelles (liées aux programmes) et sociales (liées aux habitus d'une profession) jusqu'à des contraintes plus internes liées aux

personnalités. Dans cette perspective les auteurs introduisent deux autres composantes pour l'analyse de l'activité de l'enseignant:

La composante personnelle concerne les conceptions de l'enseignant quant au savoir, à l'enseignement, à l'apprentissage des mathématiques, sa tolérance en matière de risque, son besoin de confort. Elle intervient en termes d'adaptation singulière aux marges de manœuvre qui restent dans l'effectuation des tâches prescrites par l'employeur, d'occupation originale de l'espace de liberté et de prise en compte des expériences passées.

La composante sociale/institutionnelle concerne la dimension sociale du métier d'enseignant. Cette composante se rapporte à une logique de légitimité, de conformité (la nécessité d'incorporation de l'habitus de la profession par l'enseignant et d'être légitime aux yeux de tous les acteurs de l'environnement social fréquenté par l'enseignant) et elle est plus reliée à des contraintes.

Robert et Rogalski affirment que les choix globaux qui se présentent aux enseignants sont fortement conditionnés par les contraintes externes. Autrement dit la composante sociale /institutionnelle des pratiques laisse peu de marge de manœuvre en termes de choix de savoirs globaux et de formes de gestion générales. Les choix plus locaux qui se repèrent par des composantes cognitive et médiative dans la classe sont par contre plus variés. Les auteurs précisent aussi que l'ensemble de ces choix, étudiés à différents niveaux, du plus fin au plus recomposé (logiques d'action) présente une forte cohérence.

II. L'enseignant et les technologies dans les recherches

L'apparition des outils informatiques dans l'enseignement, modifie le triangle didactique classique (pôles savoir, élève(s), professeur). Selon Artigue (1990) :

« [...] certains auteurs rajoutent une mention 'informatique' à chacun des pôles du système, pour souligner le fait que l'informatique, à la fois comme technologie et comme science, affecte de façon spécifique chacun des pôles. D'autres, préférant considérer l'informatique comme un pôle autonome, transforment le triangle didactique initial en tétraèdre. D'autres enfin, voyant dans l'informatique essentiellement un élément de l'environnement, choisissent d'intégrer l'ordinateur au 'milieu' conçu dans le système didactique comme territoire de référence culturelle et de fonctionnement des savoirs. »

La recherche sur les TICE² s'est longtemps limitée au triangle 'ordinateur-élève-savoir'. L'étude de l'intégration des outils informatiques dans le système didactique connaît en fait une évolution parallèle à celle observée en didactique, où comme nous l'avons vu au début de ce

² Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement

chapitre, l'enseignant n'a été pris comme objet d'étude que très récemment. Concernant les TICE, une 'méta - étude' (Lagrange et al. 2003) montre que la littérature de recherche et d'innovation des années 1994 à 1998 se limite généralement à l'étude des rapports entre les outils informatiques et les savoirs mathématiques ainsi qu'à celle de l'influence des outils informatiques sur le processus de conceptualisation. Les deux dimensions en gestation dans ces années qui sont développées depuis, sont la dimension 'instrumentale' qui concerne une genèse entre les connaissances sur l'outil lui-même et les connaissances mathématiques et la dimension 'institutionnelle'. Cette étude montre que le côté « enseignant » de l'intégration des outils informatiques dans l'enseignement est très peu pris en compte dans la littérature.

Aujourd'hui la recherche considère l'utilisation des outils informatiques dans un contexte beaucoup plus large que la seule interaction élève -ordinateur : contexte collectif de la classe, articulation des activités avec et sans la technologie, effet du curriculum, etc. Dans ce contexte complexe, l'enseignant est apparu comme un facteur essentiel pour l'utilisation des outils informatiques dans l'enseignement.

Nous pouvons classer les recherches concernant l'enseignant et TICE en deux axes : l'un se focalise sur la formation, initiale et continue, des enseignants ; l'autre est centré sur les enseignants utilisant les TICE en classe. Nous allons présenter quelques travaux pour illustrer ces axes sans chercher à faire une étude exhaustive de la littérature existante.

1. La formation des enseignants et les technologies :

Mousley et al. (2003) considèrent la préparation à l'usage en classe des outils informatiques comme une des formes d'intervention des technologies dans la formation parmi les trois formes suivantes :

- using technologies to analyse classroom activity : « major developments in recent times have involved the creation and use of videotape, videodisc and multimedia resources in order to make a wide range of pedagogical interactions available for close analysis »
- using internet technologies for communication : « varied facilities such as the internet and communication software packages are being used increasingly to enable and facilitate professional development information and communication »
- using technology to prepare for technology-rich classrooms : « the use of computers, calculators and other electronic resources for doing mathematics is an important aspect of preparing teachers for work in technology-rich classrooms »

Nous considérerons ici seulement les travaux s'inscrivant dans la préparation à l'usage en classe des technologies puisque les deux autres formes d'intervention des technologies ne concernent pas directement l'enseignant utilisateur des outils informatiques.

Parmi ces travaux, ne souhaitant pas faire une étude exhaustive, nous nous limitons aux recherches françaises en didactique des mathématiques. Dans ces recherches, la préparation à l'usage en classe des outils informatiques apparaît comme une nécessité pour une utilisation régulière.

Abboud -Blanchard (1994) fait le constat des obstacles rencontrés par les professeurs tentant ces usages et de leurs résistances aux TICE. Elle constate que la formation des enseignants semble être un élément clé pour l'intégration des outils informatiques dans l'enseignement. Selon elle, une intégration effective des outils passe par la rupture avec une vision traditionnelle. Il ne suffit pas de mettre des outils à la disposition des enseignants mais il faut les sensibiliser et les préparer à l'usage de ces outils. La formation initiale/ continue peut assumer cette rupture. Cependant, elle doit prendre en compte qu'atteindre une maîtrise suffisante des outils demande à l'enseignant un travail particulier. Ainsi, la formation à l'utilisation des outils suppose une prudence particulière et la recherche des stratégies de formation adaptées au public concerné. Dans cette perspective, Abboud - Blanchard caractérise trois types de formation : la formation par présentation, la formation par intégration et la formation par génération.³

Artigue (1998) montre bien qu'une réelle intégration des outils informatiques dans l'enseignement ne pourrait être réalisée que par le troisième type de formation. Elle reprend, en les définissant plus précisément, les obstacles⁴ à l'intégration constatés par Abboud-Blanchard. Elle montre que ces obstacles seront surmontés seulement si l'on fournit aux enseignants des outils didactiques qui leur permettent d'analyser des processus transpositifs, d'identifier les variables des situations et d'analyser les techniques professionnelles des enseignants :

« [...] our personal conviction is that such resistant obstacles will not be overcome without giving didactic analysis a more important role in teacher training, and without providing teachers with didactic tools allowing them to analyse transpositive processes, to identify the didactic variables of situations and pilot them, and to analyse their professional techniques and the way these are modified by the use of computer technologies. »

³ a. La formation par 'présentation' (très répandue dans les pratiques) : « l'objectif essentiel d'une telle formation est de présenter ou montrer un nombre de logiciel assez variés (ou un logiciel ayant beaucoup de potentialités, style logiciel outil) et des situations d'enseignement possibles avec ces logiciels (ou ce logiciel), situations assez riches en apport des outils informatiques par rapport à un enseignement papier-crayon. [...] Ce type de formation vit sur le principe de fournir au formé un vivier de situations diverses et riches où il pourra puiser pour préparer son propre enseignement en environnement informatique. »

b. La formation par 'intégration' (très peu pratiquée) : « L'objectif d'une telle formation est de partir de situations de l'enseignement usuel papier-crayon et de montrer avec des logiciels adaptés des situations en environnement informatique susceptibles de s'intégrer à cet enseignement. Le nombre des logiciels utilisés n'est pas grand. Les cas présentés visent à ne pas être loin du vécu quotidien de l'enseignant. Le souci essentiel du formateur est d'assurer une certaine continuité avec les pratiques usuelles de l'enseignant, et de mettre en évidence les apports de l'outil informatique aux situations de l'enseignement papier-crayon. »

c. La formation par 'génération' (n'existe pas dans les pratiques) : « l'objectif d'une telle formation est de sensibiliser (dans une certaine limite) les stagiaires au saut indispensable à effectuer par rapport à leurs pratiques usuelles pour pouvoir réussir l'intégration de l'outil informatique à leur enseignement. Le nombre de logiciels utilisés peut être très réduit. Les situations montrées et manipulées dans ce type de formation sont en fait, à la différence de celles des deux types précédents, non pas des situations particulières mais des familles de situations générées par un ensemble de variables que le formateur essaye de mettre en évidence. »

⁴ Artigue définit quatre obstacles à l'intégration des outils informatiques dans l'enseignement : the 'educational legitimacy' of computer technologies, the underestimation of issues linked to the computer transposition of mathematical knowledge, the opposition between the technical and conceptual dimensions of mathematical activity, the relationship to 'instrumentation'.

Pour préciser la place d'une approche didactique dans la formation, qui leur apparaît comme essentielle, Lachambre et Abboud-Blanchard (1996, 1998) dégagent, à partir de l'exemple du calcul formel, quatre dimensions générales de la formation : *la formation technique* qui doit apporter des connaissances minimales sur un système de calcul formel, *la formation scientifique* qui doit apporter des éléments de connaissance sur le calcul symbolique et sur son implémentation dans un logiciel, *la formation culturelle* qui vise à donner une expérience suffisante du calcul formel en proposant des résolutions des problèmes et en discutant sur les stratégies utilisées, *la formation professionnelle* qui vise à apprendre comment utiliser le calcul formel en classe.

A côté de ce type de travail qui concerne la nature de la formation, d'autres auteurs cherchent à appliquer des résultats de recherches dans la formation. Par exemple, Assude et Grugeon (2003) conçoivent des ingénieries de formation en s'appuyant sur les résultats de recherches portant sur l'intégration de logiciels de géométrie dynamique dans des classes 'ordinaires'. Elles proposent différentes stratégies de formation à partir des variables concernant les pratiques des enseignants (dialectique ancien-nouveau), les activités de l'élève (praxéologies, genèse instrumentale) et les interactions dans le système didactique (contrat didactique) et le facteur de temps.

Dans cet axe de recherche concernant la formation des enseignants et les technologies, nous pouvons placer aussi des recherches qui étudient les compétences des enseignants en formation relatives à l'utilisation d'outils informatiques et des rapports qu'ils entretiennent avec ces outils. Ces recherches concernent les nouveaux enseignants ou professeurs-stagiaires d'IUFM. L'une d'elle (GREPIC, 2001) a récemment étudié ces compétences et ces rapports par une enquête. Cette étude montre une évolution de la professionnalité chez les stagiaires. L'utilisation répandue du traitement de texte et du courrier électronique par les stagiaires de toutes les disciplines peut être interprétée comme une familiarisation des stagiaires avec les outils informatiques qui n'est pas suffisante pour une utilisation sur le lieu de travail (IUFM ou lieu de stage). Les stagiaires voient la contribution des outils informatiques principalement par la motivation qu'ils créent chez les élèves pour le travail en classe et par la préparation qu'ils assurent à la vie en société. Par contre, les auteurs soulignent que leur éventuelle contribution aux apprentissages apparaît peu dans les représentations des stagiaires. Cette étude montre cependant chez les stagiaires une certaine familiarisation avec les technologies informatiques et des représentations plutôt positives des technologies dans l'enseignement. Selon les auteurs, une étape importante est franchie mais, cette familiarisation et ces représentations restent insuffisantes pour une réelle utilisation dans leur enseignement. Il reste donc encore du chemin à parcourir pour que les outils informatiques soient utilisés comme des outils pour l'apprentissage des élèves.

2. Les enseignants utilisant des technologies en classe :

Dans cet axe, nous regroupons des travaux qui prennent comme objet d'étude les enseignants utilisant des outils informatiques en classe. Pour un inventaire des recherches, nous sommes partis de la 'méta-analyse' citée plus haut. (Lagrange et al., *ibid.*). Nous avons consulté certaines revues de recherches et des actes de colloques généraux et spécialisés⁵ déjà dépouillés dans la méta-analyse jusqu'en 1998. Notre consultation « rapide » comportait la période de 1999 à 2004. Elle montre que cet objet d'étude n'est pas encore largement traité dans le domaine de recherche. Nous n'avons trouvé que quelques travaux ayant cette problématique.

Ici, nous considérons deux travaux (Kendal et Stacey 2001, Monaghan 2001) qui nous semblent marquer ce domaine de recherche. Ils montrent bien la complexité de l'intégration, la variabilité des pratiques entre les enseignants et aussi le changement d'approche d'enseignement au cours des processus d'intégration des outils informatiques dans leur enseignement.

2.1. Un nouveau mode de travail en classe

Le premier de ces travaux est celui de Kendal et Stacey (2001). Les auteurs font une étude sur deux professeurs qui tentent d'intégrer une calculatrice symbolique dans leurs classes dans le cadre d'un projet d'innovation. Ce projet propose un ensemble d'activités. Stacey et Kendal étudient les différences entre la mise en œuvre de ces activités par les deux professeurs ainsi que leurs représentations relatives aux apports de la calculatrice aux apprentissages.

Le premier professeur situe de tels apports par rapport à une idée de "compréhension conceptuelle" du calcul. Son mode d'enseignement s'appuie sur la discussion avec les élèves et son tableau contient des mots-clés de la discussion. Selon les auteurs, une telle méthode ne fonctionne que grâce à des capacités exceptionnelles du professeur en gestion de la classe. Il ne fait pas d'apprentissage spécifique de la calculatrice, mais donne plutôt des indications pour l'utilisation au cours des discussions. Il limite l'utilisation de la calculatrice par les élèves notamment dans sa dimension formelle, car il pense que la pratique des techniques symboliques papier -crayon est irremplaçable pour la compréhension. Le plus souvent seules les fonctionnalités graphiques de la calculatrice sont mises en contribution. Les auteurs constatent que les élèves sous-utilisent leur machine et font souvent des erreurs sur la calculatrice.

Le second professeur observé, contrairement au premier, favorise les capacités formelles de la calculatrice symbolique. Dans son enseignement, il met l'accent sur les règles et les techniques de

⁵ - Les revues de recherche générales et spécialisées dépouillées sont 'Revue Française de Pédagogie', Recherches en Didactique des Mathématiques', 'Journal for Research in Mathematics Education', 'Educational Studies in Mathematics', International Journal of Computers for Mathematical Learning', 'Sciences et Techniques Educatives' (actuellement 'Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Education et la Formation).

- Les actes de congrès généraux ou spécialisés dépouillés sont 'Congrès de groupe international PME (Psychology of Mathematical Education)' et Congrès IFIP (International Federation for Information Processing)'.

calcul algébrique. Il existe très peu d'interaction entre le professeur et les élèves. Il utilise un rétroprojecteur afin de guider les élèves dans l'utilisation de leur machine. Son tableau expose deux types de techniques en parallèle : en papier crayon et avec la calculatrice symbolique. Contrairement au premier professeur, il met au même niveau les deux types de techniques.

Selon les auteurs, le premier professeur utilise la calculatrice symbolique de façon restreinte afin de favoriser la compréhension des élèves tandis que le second l'adopte comme un nouvel outil pour résoudre des problèmes standard en mettant l'accent sur des routines efficaces. Les auteurs constatent que les différences entre les deux professeurs conduisent les élèves de deux classes à des approches mathématiques différentes dans la résolution de problèmes, la classe du premier professeur utilisant l'observation graphique, alors que l'autre considérant la résolution comme une suite de gestes symboliques sur la calculatrice.

Les différentes pratiques observées dans un même projet (même population d'élèves, même sujet mathématique, mêmes activités prévues, même type de calculatrice) montrent que des facteurs tels que le rapport des professeurs aux mathématiques, leurs habitus professionnels et personnels jouent un rôle important dans la façon d'intégrer la calculatrice dans leur classe.

2.2. Comparaison des interactions entre deux environnements (les séances avec et sans ordinateur)

La deuxième recherche, celle de Monaghan (2001) est basée sur un projet concernant 13 enseignants de mathématiques qu'il caractérise comme 'ordinary teachers'⁶ afin de comparer les interactions professeurs/classe dans deux environnements différents : la classe 'habituelle' et une situation où les outils informatiques sont utilisés. La plupart de ces enseignants ont eu, avant le projet, une expérience de l'utilisation des technologies dans les cours de mathématiques mais cette utilisation était occasionnelle. Dans le cadre du projet⁷, pendant une année scolaire, ils ont dû utiliser "régulièrement" les technologies dans leur enseignement. À partir de la comparaison des 13 cours sans technologie avec 38 cours basés sur des outils informatiques, Monaghan montre une diminution significative des interventions du professeur visant à attirer l'attention des élèves sur les propriétés mathématiques de la situation, ce que Monaghan appelle le 'coaching'. L'auteur souligne que ce changement est contradictoire avec l'idée souvent émise selon laquelle le professeur devient un catalyseur pour un apprentissage autonome. En revanche, des interventions portant sur les aspects techniques de l'utilisation des outils informatiques ('coaching – technique') apparaissent très nombreuses. La comparaison entre ces deux types de cours montre aussi une forte augmentation du nombre d'affirmations (de 9 à 35) et d'instructions (ou remarques) (de 15 à 50) faites par les

⁶ "[...] I recognise the difficulties, if not the impossibility, of characterising 'ordinary teachers' these 13 were, in an everyday sense, ordinary teachers in ordinary schools."

⁷ Cette étude est réalisée dans un cadre de projet de recherche «*Moving from occasional to regular use of technology in secondary mathematics classes*»

professeurs pendant les cours avec les technologies. Ce changement vient, selon Monaghan, d'une tendance naturelle apparente de la moitié des professeurs qui se déplacent rapidement dans la classe pour que les problèmes techniques ne ralentissent pas le travail des élèves.

Monaghan affirme ne pas avoir observé des modifications dans les comportements du professeur et dans ses méthodes d'enseignement que certaines recherches soulignent, en dehors de changements découlant directement de l'utilisation des outils informatiques (par exemple ; l'apparition des instructions techniques, etc.). Selon lui, ce résultat s'explique par le fait que les professeurs choisis sont des professeurs 'ordinaires' et ne sont pas 'enthousiastes'.

“There is thus a discrepancy with many papers reporting “Clear changes in social behaviour and teaching methodologies could be seen by observation of the [computer] lessons” (Schneider, 2000) whereas, apart from changes resulting from quite straightforward reasons, this was not observed to any marked degree in the reported study. One possible reason for the apparent discrepancy is that projects which report on changes in teachers' roles focus on teachers who are technology enthusiasts. The teachers in this project were volunteers who wanted to use ICT in their teaching, so there is likely to be something else at work here.”

Ce travail montre que les profils des enseignants par rapport à l'utilisation des outils informatiques sont une variable très importante à prendre en compte dans une recherche relative à l'usage des TICE. Notre choix de mener une comparaison de deux professeurs de profils très différents pour comprendre les problèmes d'intégration s'en trouve ainsi justifié.

Tous les travaux portant sur les enseignants montrent bien que les outils informatiques ajoutent de nouvelles complexités à leurs pratiques. Dans le travail de Stacey et Kendal, nous avons vu comment ce que privilégient les enseignants modifie leurs pratiques en environnement informatique et a des conséquences sur les approches mathématiques des élèves. Le travail de Monaghan montre comment les interactions entre les enseignants et les élèves changent dans deux environnements différents (informatique et 'habituel').

Il découle de ce bilan que l'étude des pratiques des enseignants en classe est une source essentielle de connaissance sur les conditions dans lesquelles les outils informatiques peuvent effectivement contribuer à l'enseignement/apprentissage des mathématiques. Il nous semble qu'étudier particulièrement des professeurs et des classes 'ordinaires' (au sens de Monaghan et de Perrin-Glorian) plutôt que des enseignants en situation « expérimentale » peut permettre plus facilement de mettre en évidence des déterminants de ces pratiques et d'apprécier la complexité des phénomènes en jeu.

Du fait de cette complexité, comme le dit Perrin – Glorian, (2002). 'L'étude des pratiques des enseignants dans des classes ordinaires pose de sérieux problèmes sur les plans théorique et méthodologique. En effet, il n'est pas facile d'avoir accès au fonctionnement ordinaire des classes

[...].’ De plus, les variables de l’environnement informatique renforcent ces difficultés. Cela semble conduire certains chercheurs à développer des outils d’étude particuliers. Dans le paragraphe suivant, nous donnons deux travaux réalisés dans cette perspective dont nous pensons nous inspirer pour étudier et comprendre les pratiques des enseignants en environnement informatique.

3. Des modèles pour étudier et comprendre les pratiques des enseignants en environnement technologique

Les outils d’analyse que proposent ces travaux sont qualifiés par leurs auteurs de ‘modèles’. Le premier, celui de Ruthven et Hennessy (2002), organise les représentations des professeurs sur ce que sont les utilisations « réussies » des technologies dans la classe. Le second, celui de Monaghan (2004), est un modèle centré sur les activités des professeurs en classe.

3.1. Le modèle ‘pédagogique’ de Ruthven et Hennessy :

Ruthven et Hennessy (2002) présentent leur modèle comme "pédagogique" parce qu’ils organisent ce modèle autour de thèmes non directement liés à un contenu mathématique. Ils développent ce modèle en s’appuyant sur l’idée que le professeur n’est pas seulement un acteur important mais aussi une source essentielle à partir de laquelle la recherche peut développer des théorisations adéquates. Cette approche que les auteurs situent dans une ‘tradition naturaliste’, cherche à développer des modèles qui tiennent compte de la façon dont les praticiens eux-mêmes interprètent leurs expériences et reformulent leurs actions.

Dans le cadre de cette approche, Ruthven et Hennessy (idem) organisent leur modèle comme un système des thèmes qui sont définis à partir des interviews des professeurs. Dix thèmes⁸ sont regroupés en trois axes (Tableau 1)

thèmes	Axes des thèmes		
	Potentialités des technologies (directement liée à l’usage des technologies)	Processus qui résultent des potentialités des technologies	Aspirations des enseignants (participation, productivité, progression)
	<i>ambiance enhanced</i> meilleure ambiance de classe due à l’attrait des élèves pour l’ordinateur	<i>motivation improved</i> plus grande motivation des élèves pour le travail en classe.	<i>engagement intensified</i> engagement plus profond et plus fort des élèves dans le travail en classe.
	<i>tinkering assisted</i> assistance aux stratégies d’essai-erreur et d’ajustement.	<i>restraints alleviated</i> moins d’obstacles à l’implication des élèves dans le travail en classe.	<i>activity effected</i> élèves plus productifs dans les activités en classe.
	<i>routine facilitated</i> facilitation des tâches routinières.	<i>attention raised</i> diminution ou suppression des tâches secondaires qui permet de concentrer l’attention des élèves sur les idées essentielles.	<i>ideas established</i> meilleures images mentales, consolidant les acquisitions des élèves

⁸ Nous garderons les titres des thèmes en anglais pour éviter des éventuels ambiguïtés de compréhension

	<i>features accentuated</i> mise en évidence de propriétés perceptives des situations.		
--	---	--	--

Tableau 1. Dix thèmes et leurs liens dans le modèle 'pédagogique' de Ruthven et Hennessy

Une étude statistique met en évidence des liens entre ces différents thèmes. Cette étude montre que, suivant les déclarations des enseignants, les thèmes les plus souvent abordés ensemble sont : 'routine facilitated', 'activity effected', 'features accentuated', 'ideas established' et 'attention raised' (bas du tableau). Les thèmes 'engagement intensified', 'motivation improved' et 'restraints alleviated' sont aussi liés entre eux. 'Ambience enchanced' est connecté à ce système des thèmes via le thème 'motivation improved'. En revanche le thème 'tinkering assisted' n'est pas connecté aux autres thèmes et reste un thème à part dans les déclarations.

Ce modèle présente, selon les auteurs, des éléments initiaux de la '*practioner conceptualisation*' de l'utilisation des technologies dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Il permet aux professeurs d'articuler leurs connaissances sur les modalités d'utilisation 'réussie' des technologies dans les activités de la classe, en les faisant parler de leur propre pédagogie.

3.2. Le modèle de Saxe à quatre paramètres

Monaghan propose une adaptation du 'modèle de Saxe à quatre paramètres' (Saxe, 1991) pour réaliser une analyse 'holistique' des pratiques des enseignants qui utilisent des outils informatiques dans l'enseignement des mathématiques.

Le chapitre VII de notre thèse portant sur la comparaison des pratiques des enseignants, se construit autour de ce modèle. Une étude approfondie du modèle sera donc réalisée dans le chapitre concerné. Nous présentons ici rapidement des éléments essentiels du modèle.

Le modèle de Saxe est centré sur les 'buts émergents' qui apparaissent dans l'activité. Selon Monaghan, la notion de buts émergents rend compte des objectifs intermédiaires qui s'imposent à l'enseignant au cours de la séance, à la différence d'objectifs pouvant être explicites lors de sa préparation.

Quatre paramètres influent sur l'émergence des buts au cours de l'activité (Figure 1) : *Structure de l'activité* (tâches, organisation des cours), *Interaction sociale* (relation entre l'enseignants et les élèves), *Convention-artefact* (matériels utilisés, les notations) et *Perceptions antérieures* (connaissances mathématiques, pédagogiques et institutionnelles de l'enseignant).

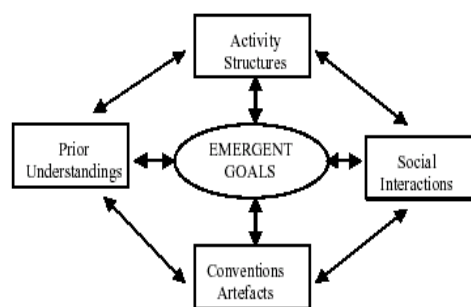


Figure 1. Modèle de Saxe à quatre paramètres (Monaghan, 2004)

L'étude réalisée par Monaghan s'appuie d'abord sur l'explicitation des paramètres à partir de la comparaison des pratiques des enseignants entre les séances avec et sans utilisation des outils informatiques. Ensuite, Monaghan analyse les relations entre les paramètres.

Selon Monaghan, ce modèle permet de prendre en compte les pratiques des enseignants utilisant la technologie comme un « tout » : « Saxe's model provides one way of viewing teachers' technology practice 'as a whole' ». Ainsi, il permet de comprendre la complexité de l'intégration des outils informatiques pour l'enseignant.

Jusqu'ici, nous nous sommes centrée sur la dimension 'enseignant' du problème de l'intégration des outils informatiques à l'enseignement telle qu'elle est étudiée dans les recherches. Brousseau (1995) montre que l'on peut caractériser la situation du professeur à partir des différents assujettissements auxquels il est soumis dans le système d'enseignement. Comme certains auteurs, notamment Robert et Rogalski (ibid.), il convient ici de parler de 'contraintes' institutionnelles. L'utilisation des outils informatiques dans l'enseignement des mathématiques est une nouvelle exigence institutionnelle (programme officiel, manuel scolaire, ...) à tous les niveaux de l'enseignement, qui devient au fur et à mesure une nouvelle contrainte pour les pratiques des enseignants. Dans le paragraphe suivant, nous étudierons ces exigences institutionnelles et les contraintes qu'elles font porter sur les enseignants.

III. Les incitations institutionnelles à l'usage des TICE

Les outils informatiques apparaissent dans beaucoup de programmes scolaires qui mettent en avant leurs avantages et leurs potentialités. Une étude réalisée par une organisation internationale, l'OCDE⁹, nous confirme cette place répandue des technologies dans les curriculums de plusieurs pays :

« De nombreux gouvernements ont adopté d'ambitieux programmes destinés à promouvoir l'emploi des TIC dans tous les aspects de la vie scolaire. Ces décisions ont été prises pour tenir compte de leur généralisation dans la vie économique et sociale et profiter de la

⁹ Organisation de Coopération et de Développement Economiques. « L'OCDE élabore des statistiques et des indicateurs sur l'utilisation des TIC dans les établissements scolaires, et a entrepris de mesurer les compétences en technologies de l'information dont les jeunes ont besoin dans la société du savoir. Le Centre pour la recherche et l'innovation dans l'enseignement (CERI) consacre une partie de ses travaux à la fracture numérique et à l'influence des TIC sur la qualité de la formation, y compris leur possible contribution à la transformation des processus d'apprentissage. Les axes de travail ont été choisis pour stimuler la réflexion sur les possibilités offertes par les TIC et pour fournir aux responsables de la politique éducative et aux gestionnaires des suggestions et des conseils pour orienter leur action. »

Les pays membres de l'OCDE sont l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, l'Espagne, les Etats- Unis, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-bas, le Portugal, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse, la Turquie, le Japon, la Finlande, l'Australie, la Nouvelle-Zélande, le Mexique, la République tchèque, la Hongrie, la Pologne, la Corée, la République slovaque.

possibilité qu'elles offrent d'améliorer la qualité de l'apprentissage en développant les compétences cognitives d'ordre supérieur. La question reste néanmoins posée de savoir dans quelle mesure les pratiques éducatives répondent aux ambitieux objectifs de pouvoirs publics. L'utilisation intensive des TIC dans l'enseignement a souvent commencé dans certaines disciplines, notamment l'informatique- pas nécessairement les mêmes dans tous les pays – mais leur adoption transdisciplinaire se généralise aujourd'hui » OCDE 2001¹⁰

En France, la nécessité de reconsidérer l'enseignement des mathématiques en fonction des TICE est soulignée dans le programme officiel des mathématiques au lycée (série scientifique) appliqué depuis l'année 2001:

« L'évolution des outils disponibles pour faire des mathématiques s'est toujours accompagnée d'une évolution des approches et des pratiques. L'informatique change qualitativement et quantitativement les possibilités de calculs exacts (calcul formel) ou approchés, permet des approches nouvelles de problèmes classiques et ouvre le champ à de nouveaux problèmes ; il est nécessaire de revisiter l'enseignement des mathématiques à la lumière des immenses possibilités offertes (logiciels de géométrie, de calcul formel, tableur, traceur,...) ; l'usage éclairé d'outils informatiques est donc recommandé dans chaque chapitre du programme. »

En Seconde, la contribution possible des technologies à l'observation de phénomènes en mathématiques est soulignée dans le programme:

« L'informatique, devenu aujourd'hui absolument incontournable, permet de rechercher et d'observer des lois expérimentales dans deux champs naturels d'application interne des mathématiques : les nombres et les figures du plan et de l'espace. Cette possibilité d'expérimenter, classiquement davantage réservée aux autres disciplines, doit ouvrir largement la dialectique entre l'observation et la démonstration et, sans doute à terme, changer profondément la nature de l'enseignement. Il est ainsi nécessaire de familiariser le plus tôt possible les élèves avec certains logiciels [...] » (BO hors série n°2 du 30 août 2001)

Dans les classes de première et terminale, l'objectif apparaît d'abord comme intégration des outils informatiques dans une démarche de résolution:

« Utiliser des outils logiciels (sur calculatrice ou ordinateur) requiert des connaissances et des compétences mathématiques que cette utilisation contribue en retour à développer. Le programme insiste pour que cet aspect du lien entre mathématique et informatique soit travaillé à tous les niveaux ; il ne s'agit pas d'apprendre à devenir expert dans l'utilisation de tel ou tel logiciel, mais de connaître la nature des questions susceptibles d'être illustrées ou résolues grâce à l'ordinateur et de savoir comment analyser les réponses fournies; l'élève doit

¹⁰ *L'école de demain* 'Les nouvelles technologies à l'école : Apprendre à changer' Editions OCDE, 2001

apprendre à situer et intégrer l'usage des outils informatiques dans une démarche scientifique (*pour la série Economie - Social* BO hors série n°8 du 31 août 2000)/ dans une démarche proprement mathématiques (*pour la série Scientifique*, BO hors série n°7 du 31 août 2000) ».

Le rôle de l'enseignant pour la noosphère

Le rôle central des professeurs dans l'intégration des TICE est souligné aussi bien par les instructions gouvernementales que par les organisations influentes dans la mise en place des curriculums.

Aux USA, le NCTM¹¹ (National Council of Teacher of Mathematics) Curriculum (2000) précise que la technologie n'est pas une panacée et que, comme d'autres outils de l'enseignement, une utilisation adéquate de la technologie dans l'enseignement des mathématiques dépend tout d'abord du professeur.

« The effective use of technology in the mathematics classroom depends on the teacher. Technology is not a panacea. As with any teaching tool, it can be used well or poorly. Teachers should use technology to enhance their students' learning opportunities by selecting or creating mathematical tasks that take advantage of what technology can do efficiently and well—graphing, visualizing, and computing »

Le document précise aussi le rôle attendu du professeur dans la classe. C'est le professeur qui doit décider quand et comment utiliser les outils informatiques :

« Technology does not replace the mathematics teacher. When students are using technological tools, they often spend time working in ways that appear somewhat independent of the teacher, but this impression is misleading. The teacher plays several important roles in a technology-rich classroom, making decisions that affect students' learning in important ways. Initially, the teacher must decide if, when, and how technology will be used. As students use calculators or computers in the classroom, the teacher has an opportunity to observe the students and to focus on their thinking. As students work with technology, they may show ways of thinking about mathematics that are otherwise often difficult to observe. Thus, technology aids in assessment, allowing teachers to examine the processes used by students in their mathematical investigations as well as the results, thus enriching the information available for teachers to use in making instructional decisions »

¹¹ Comme le système éducatif des Etats-Unis se caractérise par une forte décentralisation et comme la constitution américaine attribue expressément la responsabilité de l'éducation aux différents états, nous faisons référence au programme de NCTM, une association publique d'éducation de mathématiques influente aux Etats-Unis, qui fournissent nationalement la vision, la conduite, et le développement professionnel pour soutenir des enseignants de mathématiques.

Dans le même document, le rôle du professeur en environnement informatique est caractérisé par ses capacités à "guider les élèves" dans leurs apprentissages.

« The existence, versatility, and power of technology make it possible and necessary to reexamine what mathematics students should learn as well as how they can best learn it. In the mathematics classrooms envisioned in *Principles and Standards*, every student has access to technology to facilitate his or her mathematics learning under the guidance of a skillful teacher »

Dans un autre continent, à Hong Kong, nous trouvons un rapport¹² sur les stratégies quinquennales de l'intégration des technologies à l'enseignement, dans lequel un changement d'approche, de culture et de pratique est attendu chez les professeurs pour l'intégration des TICE. Dans ce mouvement, le professeur est considéré comme 'facilitateur' des apprentissages des élèves:

«Our school education needs to see a paradigm shift from a largely textbook-based teacher-centred approach to a more interactive and learner centred approach. [...] It is important that our teachers appreciate the need for the paradigm shift and are receptive to the challenge of taking up their new role as a learning facilitator... we realise that the paradigm shift would mean a cultural change for teacher who are only familiar with the textbook-based approach of teaching and, for those who have had no exposure to computing so far, an IT literacy challenge altogether».

Dans le programme français mentionné ci-dessus, une liberté est laissée à l'enseignant quant aux modalités de l'enseignement relatives à l'intégration des TICE.

« Le programme ne fixe pas de répartition entre différentes modalités qui doivent toutes être présentes : activités des élèves sur ordinateur ou sur calculatrices programmables graphiques, travail de la classe entière (ou d'un groupe) utilisant un ordinateur muni d'un dispositif de visualisation collective. Il convient en ce domaine que les professeurs déterminent en chaque circonstance la stratégie d'utilisation la plus adaptée. »

Le rapport 2000 de l'IGEN souligne aussi le rôle du professeur comme déterminant et médiateur dans cette intégration :

« loin de s'effacer au profit d'un face-à-face élève - machine, l'enseignant est appelé à jouer un rôle, modifié certes, mais toujours déterminant, de médiateur de l'accès au savoir et à la formation »

¹² 'Information Technology for Learning in a New Era Five-Year Strategy 1998/99 to 2002/03', Education and Manpower Bureau, Hong Kong, 1998

IV. Les freins à l'utilisation des technologies

En dépit de cette forte volonté institutionnelle, beaucoup d'enseignants restent réticents à l'utilisation des outils informatiques. En 2000, un rapport ministériel français montre que « malgré les appels récurrents (depuis bientôt vingt ans) à s'emparer de ce nouvel outil (calculatrice ou ordinateur), beaucoup de professeurs ne se sentent pas à l'aise pour l'intégrer dans leur enseignement ». Un rapport récent de l'OCDE (2004)¹⁴ révèle que la situation n'a pas beaucoup changé. L'utilisation des technologies au quotidien dans les établissements d'enseignement secondaire du second degré reste décevante et une grande proportion de professeurs n'utilise pas les ordinateurs :

« The impact of new technology in schools ultimately relies on how it is used. The results here remain disappointing. Only a minority of teachers across countries regularly use standard computer applications, according to their principals. The proportion of teachers who do so reaches 60 per cent only in countries where digital technology in schools is most advanced: in Denmark, Korea, and Sweden, E-mail is hardly used by teachers in school; at best, in Korea and Sweden by only about four teachers in ten. [...] The educational use of computers is still sporadic in all participating countries. Computers are mostly used to obtain information from the Internet. [...] But only one fifth or less of students attends schools where computers are used for other educational purposes as well».

Cette résistance des professeurs à l'intégration des TICE peut avoir plusieurs causes. Les professeurs évoquent souvent les difficultés de gestion du temps et le problème d'hétérogénéité, le manque de matériels et de ressources pédagogiques.

Pour préciser certaines raisons avancées par les enseignants de mathématiques qui n'utilisent pas la technologie en classe, nous pouvons nous référer à celles qui sont citées par (Trouche, 2002) :

- Les outils informatiques peuvent induire les élèves en erreur. Exemple : les résultats donnés en valeur approchée (Bernard & al. 1996)
- Ils empêchent certains apprentissages élémentaires (ex : apprentissage des 'quatre opérations') (Bruillard 1995, Fromentin 1997)
- Ils ne correspondent pas à la conception que les enseignants ont des mathématiques (Bernard & al, *ibid.*)

Des chercheurs évoquent les raisons suivantes :

¹³ Bilan de la mise en œuvre anticipée durant l'année scolaire 1999-2000 du programme de mathématiques de la classe de seconde. Ministère de l'éducation Nationale, Juin 2000.

¹⁴ "Completing the Foundation for Lifelong Learning : An OECD survey of upper secondary schools". Cette publication s'appuie sur des données provenant de 14 pays de l'OCDE (Belgique (Flandres), Corée, Danemark, Espagne, Finlande, France, Hongrie, Irlande, Italie, Mexique, Norvège, Portugal, Suède et Suisse).

- Les outils informatiques peuvent être perçus comme une menace pour le statut de détenteur du savoir de l'enseignant en classe (Zbiek 1995).
- Les incitations institutionnelles, en minimisant les difficultés de gestion des environnements informatiques, peuvent créer une situation peu crédible pour les enseignants (Guin 2001).
- Les outils informatiques peuvent nécessiter un changement de pratiques chez les enseignants.

De telles raisons concernant la résistance des enseignants nous montrent que l'intégration des outils informatiques dans l'enseignement ne va pas de soi et qu'il s'agit d'une réalité complexe. L'intégration suppose nécessairement un travail par l'enseignant lui-même qui ne peut se réduire à l'application passive d'un curriculum « venu d'en haut » (Lagrange, 2002).

Par conséquent, la volonté institutionnelle ne suffit pas à engager les enseignants vers l'intégration des TICE. Des facteurs personnels et institutionnels, ainsi que des perceptions mathématiques interviennent dans la façon dont un enseignant considère un usage des technologies. Ces facteurs et ces conceptions sont ainsi pour nous, avec les incitations institutionnelles, des « paramètres » de l'utilisation des TICE qu'il s'agit d'étudier dans la thèse.

V. Notre objet d'étude

Notre travail vise à contribuer à une étude des pratiques des enseignants en tant que réalité complexe par une analyse « holistique » des paramètres de l'utilisation des outils informatiques dans l'enseignement au sens où cette analyse implique non seulement la prise en compte des différents paramètres mais aussi les interactions entre ceux-ci. Elle suppose d'observer des situations représentatives de cette complexité et c'est pourquoi nous avons choisi d'étudier des enseignants « ordinaires » au sens que nous allons expliquer.

Précisons que nous utilisons le terme enseignant « ordinaire » comme un raccourci pour « enseignants observés dans leurs conditions ordinaires sans apporter de conditions expérimentales ». Très souvent les études sur les TICE s'inscrivent dans un projet de recherche ou une innovation qui, bien que devant tenir compte de conditions institutionnelles générales (programmes...), peuvent être assez éloignés des conditions normales d'enseignement : matériel spécialement mis à disposition, temps de préparation supérieur, aide à la réflexion didactique... Nous souhaitons, quant à nous, observer ce qui se passe dans une classe avec les conditions ordinaires d'enseignement de façon à nous situer au plus près du fonctionnement réel d'une classe, avec l'hypothèse que ces conditions jouent un grand rôle dans la mise en œuvre de l'utilisation des outils informatiques par l'enseignant.

Ce choix d'étudier des enseignants « ordinaires » rejoint l'observation de Perrin-Glorian (ibid.) rapportée plus haut selon laquelle 'la prise en compte comme objet d'étude des pratiques des enseignants dans des classes *ordinaires*, répond à la nécessité d'orienter la recherche vers les « différentes dimensions du travail de l'enseignant »'.

Nos hypothèses

Dans l'état actuel des connaissances, un travail de thèse comme le nôtre ne peut avoir pour but de proposer des 'solutions' au problème de l'intégration ni même de dégager des variables permettant de caractériser de 'bonnes pratiques'. Tout au plus peut-il viser à mieux connaître les pratiques telles qu'elles peuvent exister et à les comprendre.

L'étude des travaux relatifs à « l'enseignant » et d'incitations institutionnelles que nous avons présentés dans ce chapitre nous amène à préciser notre champ d'étude :

- La complexité pour l'enseignant des situations d'intégration d'outils informatiques. Nous nous intéressons aux phénomènes se produisant dans ces situations et résultant des contraintes imposées par ces outils, notamment lorsqu'ils se produisent de façon inattendue pour les enseignants.
- La variabilité des pratiques. Nous nous intéressons à la gestion différenciée par des enseignants, des phénomènes résultant des contraintes.

Nous faisons les hypothèses suivantes :

- La gestion de classe par les enseignants est profondément marquée par les phénomènes résultant des contraintes imposées par les outils
- Elle est déterminée par une conjonction de 'paramètres' propres à la situation et à l'enseignant.
- Les variations de ces paramètres déterminent la variabilité des pratiques.

Nos choix

Pour étudier ces hypothèses, dans le cadre de notre démarche expérimentale, nous avons besoin d'observer des enseignants qui ne se servent pas des outils informatiques dans leur enseignement seulement par choix ou conviction personnelle. Il nous faut aussi observer une utilisation non ponctuelle. En fonction de ces besoins, nous avons choisi un niveau de classe et un sujet mathématique : il s'agit de la classe de Première Littéraire (1^{ère} L) et de l'enseignement des suites. Nous expliquons brièvement ce choix.

Le programme mathématique de cette section se situe dans le prolongement des acquis de la classe de Seconde. L'objectif principal de cette section pour l'enseignement des mathématiques consiste en grande partie à faire acquérir aux élèves 'une culture de base en mathématiques en privilégiant l'intuition, l'application et l'interprétation. Réformé en 1999, le programme de 1^{ère} L comporte une forte dimension informatique. Il impose l'utilisation des outils informatiques, notamment du tableur durant tous les chapitres du programme. (Dans le chapitre II, nous analysons le programme ainsi que les manuels scolaires de cette section)

Pour les élèves de cette section, la classe de Première est la dernière année où un enseignement des mathématiques est obligatoire et ils vont passer l'épreuve mathématique du baccalauréat à la fin de cette année scolaire. Malgré le poids de l'informatique dans le programme, il ne s'agit pas d'une épreuve qui se fait devant les ordinateurs. Cependant une partie des questions porte sur l'utilisation du tableur (nous l'étudions dans le chapitre 6). Une intégration des outils informatiques est donc demandée dans cette section par ce nouveau programme et par l'évaluation au baccalauréat. Une conséquence est que le professeur qui enseigne dans cette section doit nécessairement intégrer des outils informatiques, notamment un tableur, dans son enseignement quel que soit son rapport personnel à ces outils.

Nous avons choisi l'enseignement des 'suites'. Comme nous avons souligné ci-dessus, le programme contient plutôt des notions déjà introduites dans les classes antérieures tandis que les suites sont des sujets nouveaux pour les élèves de cette classe. Il nous paraît donc plus pertinent d'observer les pratiques d'un professeur dans l'enseignement d'un nouveau sujet que dans un enseignement où la reprise et le rappel des connaissances anciennes occupent une place importante. En outre, en didactique des mathématiques, les recherches sur l'enseignement de cette notion aux différents niveaux de l'enseignement (DEUG, Terminale) montrent que cet objet mathématique pose de réelles difficultés d'apprentissage aux étudiants (Robert, 1982,1990). Même si notre travail ne s'intéresse pas directement aux apprentissages des élèves, il nous semble intéressant de regarder l'enseignement de la notion de la suite par un logiciel comme le tableur qui permettrait de l'aborder dans une approche différente.

Contexte et but de la recherche

Ce choix d'une section, d'un sujet mathématique et d'un logiciel conduit à spécifier notre questionnement. Nous devons tout d'abord problématiser l'usage du tableur en confrontant la façon dont les instructions officielles voient son usage aux études didactiques dans ce domaine. La Première L est aussi une section où les élèves ont un rapport spécifique aux mathématiques que nous tenterons d'expliciter et qui posent par conséquent aux enseignants des difficultés spécifiques pour la gestion des apprentissages et de la classe.

Ainsi, dans cette section, le tableur offre des potentialités pour l'enseignement des mathématiques que nous allons préciser. Nous nous attendons, à la suite des recherches sur le tableur comme celle d'Haspekian (2005) et des recherches sur l'enseignement des suites, à ce qu'il présente aussi des difficultés de mise en œuvre. Nous chercherons donc à comprendre comment la gestion des contraintes par les enseignants dans sa complexité s'inscrit dans ces potentialités et difficultés prévisibles et comment celles-ci marquent la variabilité des pratiques.

CHAPITRE 2

Tableur : un outil d'enseignement

I. Le tableur dans la recherche en didactique des mathématiques

Baker et Sugden (2003) font un travail de synthèse qui examine des recherches concernant l'utilisation du tableur en enseignement dans tous les domaines au cours des vingt cinq dernières années. Les auteurs précisent qu'après l'apparition des premiers tableurs¹⁵ dans le marché au début des années 80, les applications de ces logiciels dans le domaine de l'éducation ont commencé à se discuter tout de suite dans les années suivantes. Le tableur est d'abord considéré comme une solution aux difficultés rencontrées à écrire un programme sur ordinateur pour faire des calculs (Hsiao, 1985, Morishita et al., 2001). Aujourd'hui il est vu comme une trousse à outils des ressources informatiques (*a toolkit of computer resources*) grâce à sa potentialité d'application (Abromovich, Brantlinger, 1998). La possibilité d'explorer les concepts abstraits par des démarches concrètes, en représentant ces concepts graphiquement, numériquement et algébriquement, fait du tableur, selon les chercheurs, un logiciel favorable pour l'enseignement (Lewis, 2001, Sher 1997, Hugles-Hallett et al., 1998).

Les apports généraux de l'utilisation du tableur dans l'enseignement des mathématiques sont présentés dans ce travail de synthèse en se référant au travail de Beare (1993) :

« Spreadsheets.... have a number of very significant benefits many of which should now be apparent. Firstly they facilitate a variety of learning styles which can be characterised by the terms: open-ended, problem-oriented, constructivist, investigative, discovery oriented, active and student-centred. In addition they offer the following additional benefits: they are interactive; they give immediate feedback to changing data or formula; they enable data, formulae and graphical output to be available on the screen at once; they give students a large

¹⁵ Le premier tableur VisiCalc est créé par Dan Bricklin et Bob Frankston en 1979 pour faire des calculs répétitifs dans les études de Bricklin à Harvard Business School. Les autres premiers tableurs sont Lotus 1-2-3, Microsoft Excel, SuperCalc, Multiplan, PlanPerfect, Quattro Pro, VP-PLANNER et AsEasyAs. (Voir annexe 1 pour une courte histoire du tableur)

measure of control and ownership over their learning; and they can solve complex problems and handle large amounts of data without any need for programming».

En plus de ces apports généraux, des variabilités des modes de travail, de l'aspect de l'interactivité, Baker et Sugden (idem) évoquent d'autres aspects positifs du tableur face aux logiciels spécifiques (particulièrement les logiciels de statistique et de géométrie), malgré le fait que l'utilisation du tableur est défavorisée dans ces domaines :

- Building spreadsheets requires abstract reasoning by the learner.
- Spreadsheets are rule-using tools that require that users become rule-makers (Vockell and van Deusen 1989).

Les travaux de Wood et D'Souza (2001) sont référés dans ce travail de synthèse en tant que recherches constructivistes. Ils montrent que le tableur permet aux étudiants de se concentrer plus sur le sujet étudié que sur le logiciel, et que le tableur a une énorme potentialité pour aider l'étude des concepts algébriques.

Cette potentialité algébrique a déjà conduit des recherches en didactique des mathématiques à se focaliser sur l'enseignement et l'apprentissage de l'algèbre par le tableur. Les chercheurs étudient plus particulièrement les aspects du tableur concernant l'arithmétique et l'algèbre au niveau du collège.

Les travaux de Sutherland et Rojano sont considérés comme un repère pour les recherches de la potentialité du tableur dans ce domaine (Baker, Sugden, idem). Leurs travaux suggèrent que les processus informels des élèves peuvent être employés comme une base pour acquérir des méthodes 'plus algébriques' des résolutions de problèmes, en travaillant en environnement du tableur. Ils étudient la manière dont les élèves emploient un environnement de tableur pour représenter et résoudre des problèmes d'algèbre, reliant ceux-ci à leurs expériences arithmétiques précédentes. Ils caractérisent les processus de résolution des problèmes des élèves selon les dimensions arithmétiques et algébriques que les élèves font évoluer en travaillant avec le tableur (Rojano, Sutherland, 1997).

Quant à la littérature française sur le tableur, les ressources pédagogiques (publications, sites Internet, manuels, etc.) qui contiennent des activités, des exercices des sujets divers pour les différents niveaux sont abondantes. Cependant nous trouvons très peu des recherches qui ont étudié les aspects didactiques de l'utilisation du tableur.

En didactiques des mathématiques, nous pouvons mentionner le travail de Capponi et celui de Haspekian. Ils portent sur l'enseignement de l'algèbre au collège.

Le travail de Capponi (1990, 1999) se focalise sur les fonctionnalités du tableur, les savoirs en jeu et les obstacles rencontrés par les élèves (particulièrement quand ils utilisent des formules). Il montre que « la situation intermédiaire du tableur [entre arithmétique et algèbre] permet de le situer à un

niveau 'post-arithmétique' ou 'pré-algébrique' chez les élèves utilisateurs ». Par contre cet aspect algébrique ne va pas de soi. Ce sont les situations traitées dans le tableur qui peuvent faire apparaître le côté algébrique du tableur. Dans cette perspective, Capponi souligne quelques points essentiels à prendre en compte dans des situations qui peuvent être proposées. Nous pouvons considérer ces points comme des repères pour les professeurs, et ceci non seulement pour l'enseignement de l'algèbre :

- Le système de référence doit être connu du professeur et ses particularités liées à la recopie notamment doivent être bien identifiées
- Le décodage d'une formule est une activité riche, qui peut participer à la création de situations intégrées à l'apprentissage de l'algèbre.
- La distinction entre le tableau (statique) et la feuille de calcul (dynamique) doit faire partie de l'apprentissage et participe à l'approche de la notion de variable, comme le décodage des formules. C'est d'ailleurs l'un des aspects les plus intéressants des tableurs (une fois les formules éditées, on peut faire de multiples essais en modifiant des valeurs).

Haspekian (2005) questionne le problème d'intégration du tableur dans l'enseignement des mathématiques dans le cadre de l'approche instrumentale développée par Artigue, Guin, Lagrange, Trouche dans le contexte des CAS. Elle étudie les genèses instrumentales du tableur et les possibilités de ses avancements suivant par trois voies :

- potentialités des tableurs et contraintes d'utilisation pour définir la manière dont le tableur peut devenir un instrument mathématique pour les élèves
- rapports dialectiques entre le travail conceptuel dans l'algèbre et le travail technique dans le tableur.
- ressources professionnelles et rapport personnel des enseignants aux outils informatiques

Le travail de Haspekian montre que la difficulté de l'intégration d'un outil dans l'enseignement relève de la complexité du processus instrumental: plus la distance aux habitudes courantes d'école est grande, plus l'intégration de l'outil est difficile. Il montre aussi que les diverses ressources concernant le tableur ne prennent pas en compte la genèse instrumentale dans le développement des concepts mathématiques.

II. Le tableur dans le système d'enseignement au niveau du lycée (programmes du lycée, manuels scolaires de la classe de 1^{ère} L)

Nous avons annoncé plus haut (voir Chapitre I, *Nos choix*) notre choix d'étudier les usages du tableur au lycée en nous centrant sur la classe de 1^{ère} L. La raison principale de ce choix est, nous l'avons dit, qu'il s'agit de la seule section du lycée où cet usage est obligatoire et où donc des usages significatifs et variés peuvent être observés. Dans cette partie, nous allons examiner les préconisations du programme de 1^{ère} L en matière d'utilisation du tableur. Ces préconisations concernent l'outil informatique, mais aussi, et de façon liée, les contenus à enseigner. Il est important pour nous de situer ces contenus et les usages spécifiques à la 1^{ère} L en comparaison à ceux qui sont prévus pour d'autres niveaux et sections. En effet, un professeur qui a à enseigner en classe de 1^{ère} L, enseigne aussi à d'autres niveaux et sections, ses représentations de l'enseignement sont influencées par cette expérience, ce qui peut l'empêcher de prendre en compte des spécificités de la 1^{ère} L, et peut avoir des effets sur ses choix d'enseignements dans cette section.

Nous allons donc faire une présentation des programmes de 1^{ère} L en lien avec l'utilisation du tableur, puis une étude plus rapide des programmes des autres sections, de façon à situer les spécificités de la 1^{ère} L. Ensuite pour notre étude des manuels scolaires, nous nous focaliserons sur la classe de 1^{ère} L

1. Le tableur dans les programmes officiels du lycée

1.1. Le programme officiel de l'enseignement obligatoire de la classe de 1^{ère} L

Le programme officiel¹⁶ des mathématiques de la classe de 1^{ère} L pendant notre travail est celui de l'année 2000. L'objectif essentiel du programme est de consolider les bases en mathématiques chez les élèves en favorisant l'interprétation, l'esprit critique et la reformulation vis-à-vis de l'information reçue. Dans cette perspective, le contenu du programme porte sur les objets mathématiques rencontrés plus souvent dans la vie quotidienne : « les mathématiques utilisées de façon visible dans la société actuelle : les tableaux de nombres, les pourcentages, certaines paramètres statistiques ; les représentations graphiques sont ainsi des mathématiques visibles ».

Avec ce programme, l'enseignement des mathématiques dans cette section prend une dimension informatique contrairement au programme précédent dans lequel aucune utilisation des outils informatiques n'était envisagée. Les cours de mathématiques sont nommés 'mathématiques-

¹⁶ Le programme officiel : Arrêté du 9 août 2000, BO hors série n° 7 du 31 août 2000-Volume 5, Voir Annexe 2.1.
Le programme d'accompagnement, septembre 2001, CNDP)

informatiques'. Par rapport aux autres logiciels, le tableur devient un outil fondamental dans cette classe. L'intégration du tableur dans le travail mathématique, avec une utilisation « systématique » durant tout l'enseignement, est explicitement demandée.

« Il (le programme) intègre, comme son intitulé 'mathématiques - informatique' le suggère, une dimension informatique en proposant systématiquement une mise en œuvre sur tableur des différents paragraphes. »

Le contenu du programme est organisé autour de quatre chapitres : information chiffrée, statistique, exemple de types de croissance et activités d'ouverture. Nous trouvons l'objectif du programme concernant le tableur dans la partie de 'feuilles automatisées de calcul' du chapitre 'information chiffrée' du texte accompagnant le programme :

« L'objectif n'est pas d'étudier un tableur mais de pouvoir utiliser un tableau dynamique pour résoudre des problèmes mettant en jeu des calculs corrélés, explorer des suites, simuler des phénomènes aléatoires ».

Il vise à « mettre en œuvre des connaissances antérieures, à approcher et faire fonctionner les mathématiques en jeu dans un tableur ». L'initiation au tableur est aussi proposée à travers cette partie du programme.

Ce travail commence par l'exploration dynamique d'une feuille automatisée de calcul et l'explicitation des relations entre diverses cellules de cette feuille. Dans le deuxième temps, le programme demande de travailler sur la réalisation d'une feuille de calcul à partir d'un texte, écrit en langage naturel, comportant quelques règles et contraintes assez simples pour montrer l'aspect dynamique des feuilles de calcul concernant les modifications réalisées avec les nouvelles données.

Ces études au début de l'année devraient permettre aux élèves, selon le programme, de revenir sur les notions de variation et de fonctions introduites en Seconde, de « faire fonctionner » des formules et de s'approprier le tableur. Nous allons analyser plus loin l'étude de la notion de fonction dans la classe de Seconde avec le tableur.

Les compétences attendues pour l'utilisation du tableur à la fin de l'année chez les élèves sont les suivantes :

- éditer une formule élémentaire
- recopier une cellule ou une formule
- utiliser un adressage relatif ou absolu
- mettre en œuvre quelques fonctions élémentaires disponibles (tirages aléatoire, max., min., partie entière, somme, moyenne, condition du type si ...alors, etc.)
- insérer un graphique

Sur la notion de suite et de croissance

Dans le programme en vigueur, l'utilisation du tableur est particulièrement soulignée pour le chapitre portant sur la notion de suite. Nous précisons d'abord le contenu mathématique du chapitre concerné.

Le chapitre est intitulé 'exemples de types de croissance'. L'objectif est « d'apprendre aux élèves à reconnaître les divers types de croissance qui peuvent affecter certains phénomènes, à les différencier et à les nommer ». Les séries chronologiques que les élèves rencontrent plus souvent dans les informations diffusées via les média prennent une place importante dans ce chapitre, conformément à l'objectif général de l'enseignement des mathématiques dans cette section, que nous avons précisé plus haut.

Le programme précédent en vigueur ne contenait pas étude de croissance. Selon ce dernier, l'objectif était de « familiariser les élèves avec la *description de situations discrètes simples* conduisant à des suites arithmétique ou géométrique ».

Dans le programme en vigueur actuellement qui met en avant la notion de croissance, la notion de suite sera utilisée pour « mettre en œuvre les différentes notions du chapitre 'type de croissance' ». Après les définitions de la notion de suite arithmétique et de suite géométrique par l'étude des séries ayant un accroissement constant ou un accroissement relatif constant, la croissance linéaire sera définie dans le premier cas et la croissance géométrique dans le deuxième.

Les connaissances attendues des élèves concernant les notions de suite arithmétique et géométrique sont :

- reconnaître la nature de la suite à partir de la relation entre deux termes consécutifs
- reconnaître leur représentation graphique, identifier la nature de la suite à partir d'une représentation graphique
- exprimer le terme d'indice n en fonction du terme initial.

Le programme n'aborde pas explicitement la relation de récurrence dans les contenus mais le texte d'accompagnement précise que les termes *raison* et *relation de récurrence* pourront être employés par les enseignants dans la classe.

Concernant la notation d'une suite, le programme suggère que les élèves doivent rencontrer les deux notations (fonctionnelle et indicielle respectivement $u(n)$ et u_n pour le terme d'indice n d'une suite u) même si l'enseignant peut privilégier l'une des deux.

Le programme donne lieu aussi à l'illustration d'autres types de croissance qui sont ni linéaires ni exponentielles à partir des suites ayant des différences secondes constantes.

Dans ce contenu mathématique précisé ci-dessus pour la notion de suite, l'utilisation du tableur selon le texte d'accompagnement, intervient à chaque étape de cette étude :

- calcul de termes des suites
- comparaison des suites
- représentation graphique.

Elle est particulièrement recommandée pour étudier la notion de récurrence et exploiter graphiquement les notions de croissance linéaire et exponentielle à partir des suites étudiées.

« L'utilisation d'un tableur est particulièrement bienvenue ici. Le calcul des termes d'une suite définie par récurrence y est immédiat et la notion de récurrence prend tout son sens [...] Le tableur permet aussi de donner instantanément une représentation graphique d'une ou plusieurs suites de nombres : les notions de croissance linéaire et exponentielle sont visualisées graphiquement. »

La potentialité du tableur pour le calcul répétitif de termes d'une suite, pour la représentation graphique et pour la simulation est soulignée dans le programme.

En effet, le programme met en avant l'aspect 'pratique' de ces potentialités : calculer **immédiatement** les termes d'une suite définie par récurrence, placer **aisément** les colonnes sur lesquelles différentes suites sont étudiées pour une comparaison, représenter **instantanément** une ou plusieurs suites en graphique, calculer **automatiquement** la différence entre deux termes consécutifs et le coefficient multiplicateur, simuler **facilement** d'autres types de croissances et rendre **immédiatement** accessibles différents types de suites (par ex : suite ayant des différences secondes constantes) par une visualisation.

L'aspect 'épistémologique' de l'utilisation du tableur est seulement évoquée par une phrase dans cette partie du programme pour la notion de récurrence et pour l'illustration des autres types de croissance par les différents types de suites: « la notion de récurrence **prend tout son sens** » et « l'utilisation du tableur [...] facilite **la compréhension de l'importance des conditions initiales** ».

1.2. Les programmes de Seconde et des autres sections

Dans les programmes des autres sections, le tableur apparaît particulièrement dans l'enseignement de la statistique qui fait partie des programmes de toutes les classes du lycée. L'utilisation du tableur pour les chapitres qui le concernent, est incontournable pour ses potentialités de simulation et d'observation dynamique, en temps réel, des effets des modifications des données. Dans tous les programmes, nous trouvons l'utilisation du tableur dans ce chapitre pour les thèmes suivants : simulation et fluctuation d'échantillonnage en Seconde, lissage par moyenne mobile dans l'étude de série de données en 1^{ère} ES, variance et écart-type en 1^{ère} S et ajustement affine par moindres carrés en Ter ES.

Regardons maintenant les autres parties des programmes, particulièrement celles qui sont relatives à l'analyse.

En Seconde, le programme incite à exploiter les potentialités du tableur pour éclairer les notions de fonction et de variation.

« L'usage de tableurs, abordé au collège dans le cadre de l'enseignement technologique, est déjà préconisé dans les programmes de mathématiques de quatrième et de troisième comme moyen d'investigation et de découverte. Pour la seconde, cet usage apporte un éclairage complémentaire de la notion de variable et de fonction et facilite la mise en œuvre de différentes activités numériques riches d'enseignement en particulier sur les différentes formes possibles d'une même expression. » (BO hors série n°6 du 12 août 1999)

Les fonctions affines et linéaires sont déjà introduites au collège mais les élèves rencontrent, pour la première fois, la notion de fonction et la notation fonctionnelle ($f: x \rightarrow y$ ou $f(x)=y$) en Seconde. La notion de fonction est présentée d'abord comme « *un dispositif capable de produire une valeur numérique quand on introduit un nombre (c'est-à-dire comme une 'boîte noire')* »¹⁷ par l'utilisation du tableur. Le programme précise que la notion de fonction sera explicitée sous différents aspects : graphiques, numériques et qualitatif. Les potentialités numériques et graphiques du tableur permettraient donc aux enseignants d'exploiter cette notion suivant les différents registres.

L'utilisation du tableur est aussi indiquée par le programme de Seconde pour l'étude des formules algébriques en lien avec les fonctions. Cet usage est d'abord proposé pour distinguer la recherche et l'observation d'une loi empirique de la démonstration d'une formule. Le programme propose donc des activités sur le tableur pour expliciter des différentes étapes du calcul d'une formule en appliquant d'une colonne à l'autre une seule opération (+, -, x, /, carré, $\sqrt{\quad}$, etc.).

Ces études sur les formules algébriques devraient permettre aux élèves d'identifier l'enchaînement des fonctions conduisant de x à $f(x)$ quand f est donné par une formule. L'utilisation du tableur est recommandée par le programme pour cette application. Une autre activité demandée sur le tableur est la tâche inverse de cette dernière application. Cette fois-ci, les élèves doivent chercher la formule permettant de passer de la cellule donnant $f(x)$ à la valeur de la cellule recevant x .

Nous constatons que le programme de Seconde favorise les relations existantes entre les cadres algébrique, fonctionnel et numérique. Les activités proposées sur le tableur soutiennent l'étude des relations fonctionnelles.

L'objectif d'utiliser et de développer conjointement les traitements graphiques, numériques et algébriques en Seconde est maintenu pour le chapitre concernant l'algèbre et l'analyse en classe de 1^{ère} ES. Le programme d'analyse élargit l'ensemble des fonctions étudiées depuis la Seconde : Les opérations entre fonctions seront introduites à travers des exemples mais une exposition générale

¹⁷ BO hors série n°2 du 30 août 2001

n'est pas demandée. L'utilisation du tableur est recommandée pour la représentation graphique des fonctions. Quand à la notion de suite, nous trouvons le même objectif que la classe de 1^{ère} L avec l'objectif qui est de familiariser les élèves avec la modélisation de phénomènes itératifs simples. L'étude de la notion de suite avec le tableur commence par les calculs des termes et elle continue avec l'observation des croissances des suites numériques et géométriques.

En 1^{ère} S, Ter S et Ter ES, l'utilisation du tableur est incitée pour comprendre la genèse d'une suite ayant une relation de récurrence. Dans les classes scientifiques, comme les notions de dérivée et de limite sont des points fondamentaux des programmes, exploiter les potentialités numériques et graphiques du tableur est conseillé pour initier les élèves à ces notions.

2. Manuels scolaires pour la classe de 1^{ère} L

L'analyse des manuels a deux objectifs :

- montrer quelles sont les potentialités du tableur qui émergent dans l'étude des 'suites'.
- évaluer les effets éventuels des manuels sur les pratiques des enseignants observés à propos de l'utilisation du tableur dans la classe. En effet, Spallanzani et al. (2001), en étudiant des enseignants du primaire, ont montré que le manuel scolaire se substituait au programme officiel et nous faisons l'hypothèse qu'il en est plus ou moins de même pour les enseignants que nous allons observer. C'est sans doute parce que les manuels prennent davantage en compte que les programmes les contraintes d'un enseignement effectif.

Il existe cinq manuels scolaires appartenant à différentes éditions pour l'enseignement obligatoire 'mathématiques - informatique' de la classe de 1^{ère} L (Tableau 2).

Parmi ces cinq manuels, nous avons retenu les trois premiers (édition 2001) pour notre analyse (Tableau 2). En effet, comme nous allons le voir, ces trois manuels montrent une diversité de choix relativement à la place donnée au tableur et nous semblent ainsi suffisamment représentatifs des choix possibles. L'utilisation de ces trois manuels par les

Edition	Collection	Date d'édition
Bordas	Indice	2001
Delagrave	---	2001
Hachette	Déclic	2001 / 2003
Hatier	Mathématiques	2001
Nathan	Transmath	2001

enseignants que nous avons observés est une autre raison de ce choix.

Tableau 2. Manuels scolaires existants dans les différentes éditions

Nous allons étudier d'abord la partie des manuels consacrée à l'initiation au tableur et ensuite le chapitre concernant la notion de 'suite'. L'analyse du chapitre 'suites' comporte l'analyse de la

partie ‘cours’ dans laquelle les notions sont abordées et l’analyse de la partie ‘exercices/problèmes’¹⁸ dans laquelle les divers tâches sont proposées.

Commençons par une présentation générale des trois manuels :

a. Le manuel DECLIC

Le contenu mathématique du manuel se compose de trois thèmes essentiels et d’une partie ‘*activités d’ouverture*’ en suivant la même organisation du contenu dans le programme officiel. La notion de suite est traitée dans le troisième thème intitulé ‘croissance’. Chaque thème (que nous appellerons désormais un chapitre) commence par deux pages de ‘*documentation*’ où les notions abordées sont situées dans un contexte historique ou pluridisciplinaire. Le chapitre se divise en quelques petits sous-chapitres. Dans chacun, les notions sont abordées dans la partie ‘*cours*’. Les exercices d’entraînement courts sont proposés dans la partie ‘*exercices*’ et leur correction est donnée à la fin du manuel. Ensuite une partie ‘*recherches*’ propose des exercices/problèmes qui sont censés permettre aux élèves d’établir une démarche scientifique à l’aide des nouvelles technologies. Plusieurs activités de ‘*recherches*’ proposent des questions supplémentaires dans la sous-rubrique ‘*aller plus loin*’ pour diversifier les pratiques des élèves en fonction de leur rythme. À la fin de chaque chapitre, toutes les notions abordées dans les sous-chapitres sont rassemblées dans une ‘*synthèse*’ qui est suivie d’un ‘*test d’évaluation*’ contenant une auto évaluation et deux évaluations qui ont l’objectif de préparer les élèves à l’examen du baccalauréat.

b. Le manuel DELAGRAVE

Le contenu mathématique est construit autour de onze chapitres dont le dixième traite la notion de suite sous le titre ‘les croissances’. Chaque chapitre contient six parties. La première intitulée ‘*Vu dans les médias*’ propose une série des questions qui introduisent les notions étudiées en chapitre. Les notions essentielles sont présentées dans la deuxième partie ‘*Bases*’ qui est suivie de la partie ‘*Développement*’ dans laquelle ces notions sont complétées. La quatrième partie ‘*Synthèse*’ donne un résumé de ces deux parties. Les dernières parties sont consacrées aux exercices/problèmes. La partie ‘*Exercices*’ contient des exercices/problèmes qui sont classés par notion pour s’entraîner sur les notions abordées et la dernière ‘*Situation*’ propose des exercices/problèmes pour une étude plus complexe.

À la différence de Déclic et Indice (Tableau 3), seul le manuel Delagrave propose un livre du professeur avec un CD-ROM qui contient la version numérique des fichiers des activités proposées dans le manuel. Ces fichiers sont prêts à l’emploi dans la

	Livre du professeur	CD	Web page
Déclic	non	non	non
Delagrave	oui	oui	oui
Indice	non	non	non

Tableau 3 Dispositifs proposés par les manuels scolaires

¹⁸ Dans la suite, nous utilisons le terme ‘exercices/problèmes’ pour signifier un exercice quelconque dans les manuels de toute classification confondue.

classe avec les élèves et ils sont modifiables et imprimables. Le CD contient aussi les corrections des fichiers des élèves ainsi que d'autres propositions d'activité. Les fichiers numériques des activités des élèves sont disponibles sur un site d'Internet¹⁹. Les élèves peuvent facilement trouver des fichiers de travaux pratiques sur ce site. Dans le manuel Delagrave, les fichiers existants sur le site ou sur le CD du professeur sont signalés par un logo.

c. Le manuel INDICE

Le contenu mathématique est construit autour de neuf chapitres dont le quatrième traite la notion de suite sous le titre 'suites'. Les chapitres commencent par une 'ouverture culturelle' en incluant le texte d'un auteur avec une illustration et avec quelques questions générales. Chaque chapitre se décompose en quatre parties : la première partie '*Activité- cours*' contient une activité par laquelle chaque nouvelle notion est abordée, une rubrique 'essentielle' dans laquelle les notions sont étudiées et un exercice d'application est proposé. Les parties '*Travaux dirigés*' et '*Exercices d'entraînement*' proposent des exercices/ problèmes qui portent sur les différentes notions du chapitre. La dernière partie '*Vers le BAC*' comporte des exercices/problèmes que les élèves pourraient rencontrer au baccalauréat.

2.1. Initiation au tableur

Le premier chapitre des manuels est consacré sous différents titres, à l'initiation des élèves au tableur. Les trois manuels font référence au tableur Microsoft Excel (Tableau 4). Seul le manuel Déclic, dans le même chapitre intitulé 'outil informatique', donne aussi une présentation de l'utilisation de deux types de calculatrices comportant une table analogue à un tableur (TI 82/83 et Casio Graph 25/35).

	Outil informatique mentionné
Déclic	EXCEL, TI 82/83, CasioGraph25/35
Delagrave	EXCEL
Indice	EXCEL

Tableau4. Outils informatiques mentionnés dans les manuels scolaires

a. Initiation au tableur dans DECLIC :

La présentation du tableur se fait autour de quatre parties essentielles : la feuille de calcul, le graphique en nuage de points, le diagramme en bâtons et les calculs, les fonctions.

À la suite d'une présentation de l'interface d'Excel (barre de titre, barre de menu, barre de formules, barre de défilement, etc.), la création d'une feuille de calcul est montrée étape par étape à partir d'une feuille de calcul déjà préparée. Ces étapes essentielles sont les suivantes : écrire le nom de la feuille de calcul sur l'onglet de feuille, saisir des données, réduire ou augmenter la largeur d'une colonne, entrer une formule, recopier une formule. La référence relative et la référence absolue

¹⁹ <http://www.delagrave.net/mathsinfo>

apparaissent pour la première fois dans cette partie mais leur fonctionnement dans une formule n'est pas expliqué. La création d'un autre tableau sur la même feuille est aussi illustrée par des exemples.

L'assistant graphique du tableur est présenté par l'application de deux types de graphique : le nuage de points et l'histogramme.

La dernière partie est consacrée à certaines fonctions intégrées au tableur permettant de réaliser des manipulations de données. Parmi les fonctions mathématiques, les fonctions valeur absolue (ABS) et racine carrée (RACINE), les fonctions aléatoire (ALEA) et celle d'arrondi des décimaux (ENT), une fonction statistique NB.SI, une fonction logique SI et une fonction de recherche/matrice INDEX sont présentées.

Dans cette dernière partie, les références absolue et relative sont reprises mais cette fois-ci elles sont abordées par leur fonctionnement dans une formule.

Dans ce manuel, le fonctionnement du tableur s'appuie sur des exemples et des exercices. Les procédures sont illustrées à l'aide de captures d'écran.

b. Initiation au tableur dans DELAGRAVE

La présentation commence par les définitions des termes essentiels d'un tableur : un classeur, une feuille de calcul, une cellule, la ligne, la colonne et la référence²⁰ absolue. Les caractéristiques générales d'un tableur sont soulignées en trois points : le premier est le type de contenu reçu par une cellule (un texte, un nombre ou une formule), sa valeur (le texte saisi, le nombre saisi et le résultat du calcul saisi) et son affichage. Le deuxième est la possibilité de distinguer les données saisies des résultats calculés par une formule. Le dernier point est le recalcul immédiat, autrement dit l'actualisation automatique d'une feuille de calcul.

L'interface d'Excel est présentée rapidement, suivie de la façon dont le déplacement se fait dans une feuille de calcul avec la souris ou par les touches de clavier. Avant l'explication d'une procédure de création d'une formule, les trois types de référence d'une cellule sont indiqués : la référence absolue, la référence relative et la référence par nom.

Une partie intitulée 'gestion des fichiers et impression' est consacrée à la création d'un classeur et à l'impression. Le manuel Delagrave présente aussi les zones et les ensembles des cellules.

Toutes les présentations concernant une feuille de calcul sont faites en deux *styles de référence* en même temps dans le manuel Delagrave. Le '*style de référence*' désigne l'identification d'une cellule. Le premier est le style de référence L1C1 où la cellule est repérée par le numéro de ligne précédé de la lettre *L* et le numéro de la colonne précédé de la

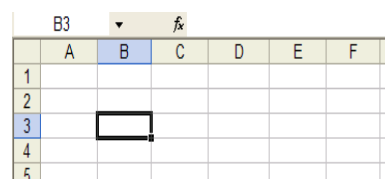
	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4						
5						

Figure 2. Style de référence L1C1

²⁰La terminologie utilisée dans les manuels n'est pas identique. Par exemple, le manuel Déclic emploie le terme 'référence' alors que les deux autres utilisent le mot 'adresse' pour repérer une cellule. Nous retenons le terme 'référence' qui est aussi employé dans 'Excel'.

lettre C (Figure 2). L2C4 désignera ainsi la cellule à l'intersection de la 2^{ème} ligne et la 4^{ème} colonne.

Le deuxième est le style de référence A1 où les numéros de ligne sont repérés par des chiffres et les colonnes par des lettres (Figure 3). Ainsi B3 désigne la cellule à l'intersection de la 2^{ème} colonne et la 3^{ème} ligne.



	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4						
5						

Figure 3. Style de référence A1

Les deux autres manuels, Déclic et Indice, retiennent le style de référence A1.

c. Initiation au tableur dans INDICE

Le mode d'emploi du tableur comporte deux parties : présentation d'un tableau de calcul (Excel) et l'utilisation des commandes.

La première partie contient une présentation de l'interface du tableur Excel (barre de titre, barre de menu, etc.). Les deux types de 'style de référence' sont présentés dans cette partie ainsi que les trois formes du pointeur (croix, flèche et croix noire). La deuxième partie présente les commandes et les procédures concernées. Les premières commandes portent sur les cellules : écrire dans une cellule, effacer ou changer le contenu d'une cellule, sélectionner une ou plusieurs cellules dans une colonne et choisir des cellules pour un calcul. Les symboles de quatre opérations à utiliser dans un calcul sont présentés sous la commande de fonctions élémentaires. Certaines fonctions mathématiques, statistiques et logiques sont données sous la commande fonctions.

Les deux techniques de recopie sont présentées dans ce mode d'emploi du tableur dans le manuel Indice. La présentation est d'abord faite à partir du menu et puis par la poignée de recopie. La référence absolue apparaît dans deux présentations : rendre absolu la ligne et rendre absolue le contenu d'une cellule. Nous constatons que le terme 'référence relative' n'est pas présenté. Dans la première partie, une référence relative est utilisée pour expliquer le repérage d'une cellule mais cette référence n'est pas nommée.

Les dernières commandes concernent la gestion d'une feuille de calcul : enregistrer, imprimer, effacer une zone et quitter.

Toutes les commandes citées ci-dessus sont expliquées par leurs procédures : dans quel menu elles se trouvent, comment manipuler ces commandes. Cependant leurs fonctionnements ne sont pas abordés.

Nous présentons le bilan de l'initiation au tableur par les trois manuels dans un tableau récapitulatif (Tableau 5):

			Déclic	Delagrave	Indice
Présentation de l'interface d'Excel			✓	✓	✓
Présentation des compositions d'un classeur Excel par définition (Classeur, feuille de calcul, cellule, colonne, ligne)				✓	
Cellule	Style de référence	Style L1C1		✓	✓
		Style A1	✓	✓	✓
	Référence à une cellule	Référence absolue	✓	✓	✓
		Référence relative	✓	✓	
		Référence nommée		✓	✓
	Sélection des cellules			✓	✓
	Recopier des cellules		✓		✓
Format d'une cellule			✓		
Formule	Saisir une formule		✓	✓	✓
	Recopier une formule		✓		✓
Fonction	Opérateur arithmétique		✓		✓
	Fonctions mathématiques		ABS, RACINE, ALEA, ENT, SOMME		ENT
	Fonctions statistiques		NB. SI		NB. SI, MAX, MOYENNE
	Fonctions logiques		SI		SI
	Fonctions de recherche/matrice		INDEX		
Assistant graphique	Types de graphiques	Le nuage de points	✓		
		L'histogramme	✓		
	Format	Format de la zone	✓		
		Format de l'axe	✓		
Gestion des fichiers	Enregistrer un classeur			✓	✓
	Imprimer des fichiers			✓	✓
	Nommer des feuilles de calcul		✓		

Tableau 5. Tableau récapitulatif de l'initiation au tableur dans les manuels scolaires

2.2. Analyse du chapitre des manuels portant sur la notion de 'suite'

La notion de 'suite' est abordée dans les manuels sous différents titres. Les manuels Déclic et Delagrave suivent la structure du programme officiel et cette notion est étudiée dans le chapitre intitulé types de croissance. Le manuel Indice consacre un chapitre entier à cette notion.

Pour chaque manuel, nous allons d'abord présenter l'organisation du chapitre concerné. Ensuite nous allons analyser la partie 'cours' pour mettre en évidence les différentes approches utilisées par les manuels pour introduire la notion de suite, L'analyse de la partie 'exercices/problèmes' a pour fonction d'une part de nous aider à préciser la potentialité du tableur qui émerge et la fonction accordée à cet outil, d'autre part de voir quels sont les aspects de la notion de suite qui sont plus particulièrement visés.

Pour cette dernière analyse, nous allons d'abord étudier les types de tâches²¹, ensuite nous allons nous intéresser aux techniques mises en œuvre. Dans le paragraphe suivant, nous allons commencer par la présentation d'une liste des types de tâches relatifs à l'étude des suites avec ou sans tableur.

²¹ Suivant la notion d'une « organisation praxéologique » proposée dans l'approche anthropologique (Chevallard, 1999)

2.2.1. Une classification des types de tâches

Nous proposons une classification des types de tâches suivant trois environnements : environnement Papier / Crayon (**P/C**), environnement Tableur (**T**)²² et environnement Mixte (**M**). Nous allons réaliser cette classification à partir des formulations des énoncés des tâches. Nous allons tenir en compte le fait que chaque tâche puisse apparaître en tant que question unique d'un exercice/ problème ou, au contraire être associée à d'autres tâches dans un exercice/problème.

Types de tâches en environnement P/C

Par ce groupe, nous désignons des tâches dans lesquelles l'utilisation d'un outil informatique, notamment le tableur, n'est pas demandée dans la formulation de l'énoncé de la question, elle n'est pas non plus nécessaire pour la résolution.

♦ *Tâches relatives aux termes de la suite*

P/C1. Lire des termes d'une suite : Il s'agit de donner les termes d'une suite à partir d'un tableau de valeurs d'une suite numérique ou chronologique ou bien à partir de la représentation graphique d'une suite. Dans l'énoncé de la tâche, les termes de la suite demandés sont reformulés en notation mathématique.

Exemple : Dans la suite des nombres 13 10 7 4 1 -2 -5 -8 -11 -14 ...

Compléter $u(4) = \dots$ $u_9 = \dots$ $-5 = u(\dots)$

Exemple : La population totale de la France métropolitaine en fin d'année, en milliers. Donner $p_3 = \dots$ $p_5 = \dots$

année	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
population	56423	56735	57055	57374	57654	57900	58139	58375

Extrait du manuel Déclic (page 126)

P/C2. Calculer les termes d'une suite : Il s'agit de calculer les termes d'une suite à partir d'une situation ou d'un procédé mathématique, exprimé en langage naturel ou à l'aide d'une formule. Ce type de tâche contient deux sous-types :

P/C2.a. calculer les premiers termes

P/C2.b. calculer des termes pour des rangs 'grands'

Le calcul de termes d'une suite est demandé soit explicitement par la notation mathématique ou par en langage naturel, soit implicitement à travers la situation donnée dans l'énoncé. Le calcul de termes pour des rangs 'grands' peut venir après une question qui demande de déterminer une formule générale de la suite (PC3 ci-dessous).

²² Les exercices/problèmes portant sur l'utilisation de la calculatrice sont très peu. Ils sont classifiés dans cet environnement.

calcul des premiers termes et des grands termes qui sont précisés par la formulation implicite à partir d'une situation

Exemple : Sous l'influence du vent, la dune avance de 4 mètres par an. Une cabane se situe à 50 mètres de la dune en 2000. Calculer la distance entre la dune et la cabane en 2001, 2002, 2003. [...] Dans combien d'années peut-on estimer que la dune commence à recouvrir la cabane ?

Extrait du manuel Delagrave (page 113)

la formulation mathématique des termes demandés à partir d'un procédé mathématique

Exemple : Une suite démarre à $u(0) = 14$. pour obtenir le terme suivant, on prend ce nombre, on lui soustrait 4 et on prend le double du résultat...puis on applique le même procédé pour les suivants. Calculer les quatre termes : $u(1) = \dots$ $u(2) = \dots$ $u(3) = \dots$ $u(4) = \dots$

Extrait du manuel Déclic (page 167)

la langage naturel / la formule mathématique des termes demandés à partir de la formulation mathématique

Exemple : Pour chacune des suites suivantes déterminer ses quatre premiers termes.

$$u_n = n + 2,5 \quad u_n = 3n - 8$$

Extrait du manuel Delagrave (page 113)

Ecrire dans chaque cas la formule donnant le terme d'indice n d'une suite arithmétique en fonction de n . calculer les termes demandés, sans calculatrice.

$$u_0 = 35,7 \text{ et } a = -0,5 \quad u_n = \dots, \quad u_{20} = \dots$$

$$u_0 = 1024 \text{ et } a = -10 \quad u_n = \dots, \quad u_{100} = \dots$$

Extrait du manuel Déclic (page 131)

♦ **Tâches relatives à une formule de la suite**

P/C3. Donner une formule pour la suite : Il s'agit de déterminer la suite par une formule mathématique :

P/C3.a. déterminer la suite $u(n)$ par une formule explicite ($u(n)$ en fonction de n)

P/C3.b. déterminer la suite $u(n)$ par une formule de récurrence ($u(n+1)$ en fonction de $u(n)$)

♦ **Tâches relatives à l'étude des variations**

P/C4. Reconnaître et justifier le type de croissance : Il s'agit d'indiquer le type de croissance (linéaire, exponentielle ou ni l'un ni l'autre) à partir d'une situation, d'un tableau de valeurs ou à partir d'une représentation graphique et puis il s'agit de préciser les caractéristiques d'un type de croissance.

Exemple : Pour chacun des exercices suivants, on donne une table de valeurs annuelles. Indiquer en justifiant si la croissance constatée sur cette table est linéaire, exponentielle, ou ni l'un ni l'autre

Extrait du manuel Delagrave (page 111)

1998	1999	2000	2001	2002	2003
50	30	20	15	12,5	11,25

Exemple : Xavier est une internaute émérite. Il aimerait dialoguer avec le maximum de personnes. Il espère chaque jour multiplier le nombre de ses correspondants de la manière suivante : 1^{er} :... 2^e :... 3^e :... 4^e :... 5^e :... ..

$$x_2 \quad x_3 \quad x_4 \quad x_5$$

Il a un seul correspondant départ. Quelle est la caractéristique d'une croissance exponentielle. La croissance de cette série est-elle plus forte qu'une croissance exponentielle ?

Extrait du manuel Déclic (page 149)

P/C5. Reconnaître et justifier le type de suite : Il s'agit de déterminer les caractéristiques d'une suite en précisant ses éléments (raison et valeur initiale pour les suites géométriques ou arithmétiques)

Exemple : Ecrire les nombres pairs, c'est-à-dire les multiples de 2, depuis 0 jusqu'à 24. ce sont les termes d'une suite arithmétique. Préciser cette suite

Exemple : La suite w définie par $w_n = \frac{2^n}{n+2}$ est-elle une suite géométrique?

Extrait du manuel Indice (page 38 et 39)

Remarque : PC4 et PC5 sont les mêmes types de tâches, mais exprimées dans deux registres différents, celui des 'types de croissance' et celui des 'types de suite'.

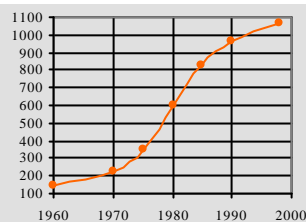
P/C6. Reconnaître les variations : Il s'agit d'étudier le sens de variation (croissante ou décroissante) ainsi que de dire s'il s'agit d'une variation accélérée ou ralentie.

Exemple : Le graphique ci-contre présente l'évolution de l'indice du coût à la construction en France. Cet indice permet de fixer le montant et l'augmentation des loyers. On donne quelques valeurs lues :

1960	1970	1975	1980	1985	1990	1998
150	220	350	600	830	960	1070

Indiquer si la croissance de cet indice est accélérée ou ralentie. (On distinguera deux intervalles). Indiquer le critère.

Extrait du manuel Déclic (page 165)



P/C7. Comparaison des croissances et des suites : Il s'agit d'étudier de manière comparative les variations de deux différents types de croissances ou bien de deux différents types des suites à partir d'une situation, d'un tableau de valeur ou d'une représentation graphique.

Exemple : Deux colonies U et V d'insectes ont 1000 individus au départ. Par la suite, la colonie U augmente de 100 individus par mois et la colonie V augmente de 6% par mois. [...] à partir de quel mois la colonie V a-t-elle dépassé la colonie U en individus ? Donner tous les calculs qui permettent de justifier.

Extrait du manuel Déclic (page 128)

♦ **Tâches relatives à un calcul**

P/C8. Effectuer un calcul sur la suite : Il s'agit de calculer l'accroissement moyen, le coefficient multiplicateur, le pourcentage d'augmentation, les différences secondes ainsi que la somme jusqu'à un rang donné ou la raison d'une suite.

♦ **Tâches relatives à un changement de registre**

P/C9. Représenter graphiquement une suite : Il s'agit de donner la représentation graphique d'une suite. La tâche est en général formulée en demandant de placer les points $(n, u(n))$ sur un repère donné dans l'énoncé après avoir calculé les termes de la suite.

Exemple : [...] Donner ci-contre une représentation graphique pour les points de coordonnées (n, C_n)

Extrait du manuel Indice (page 34)

P/C10. Résoudre une équation algébrique : Il s'agit de résoudre une équation algébrique donnée ou de faire un calcul algébrique pour une comparaison des suites.

Exemple : En 1988, le nombre de licenciés de la Fédération française de Tennis (FFT) était de 1350000 et celui de la Fédération française de Golf (FFG) de 135000. chaque année, la FFT perd 31000 licenciés et la FFG gagne 14000 licenciés.

[...]

Résoudre l'équation $1350000 - 31000x = 135000 + 14000x$.

En quelle année les nombres des licenciés des deux fédérations seront-ils égaux si la tendance se maintient ?

Extrait du manuel Déclic (page 131)

Remarque : Il s'agit d'un type de tâche visant le même but que PC7, mais ici une résolution algébrique est explicitement demandée, alors que dans PC7, il s'agissait d'observations sur les valeurs de la suite.

Types de tâches en environnement T

Par ce groupe, nous désignons les tâches qui proposent explicitement l'utilisation d'un outil informatique et dans le cas général il s'agit d'un tableur.

♦ **Tâches relatives aux termes de la suite et à un calcul**

T1. Calculer les termes d'une suite : il s'agit de calculer des termes d'une suite à l'aide d'un tableur ou d'une calculatrice.

Exemple : A l'aide de la calculatrice, calculer les termes $u(17)$, $u(23)$ et $u(51)$ d'une suite arithmétique de terme initial 567 et d'accroissement -18
Extrait du manuel Déclic (page 131)

T2. Calculer la somme ou les variations d'une suite ou réaliser un calcul : Il s'agit de calculer la somme des termes ou la variation absolue et relative d'une suite. Pour le calcul de la somme, l'énoncé de la tâche est en général formulé par rapport à la situation. La somme des termes de la suite jusqu'au rang n n'est pas explicitement demandée (cf. exemple 1).

Exemple 1 : Lors de son embauche en janvier 2001 un futur employé doit choisir entre deux propositions faites par son employeur concernant l'évolution de son salaire : proposition A : son salaire mensuel augmente de 60 euros chaque année Proposition B : son salaire mensuel augmente de 4,5 % chaque année. Le salaire initial est 1000 euros. [...] Calculer pour chaque proposition la somme totale des salaires reçus à la fin de la 20^{ème} année, à la fin de la 21^{ème} année.

Exemple 2 : Prendre une feuille de format A4 (21,0*29,7). On la plie en deux chaque fois. La superficie de la feuille au départ 623,7 cm². Calculer la variation absolue et relative à chaque pliage.

Extrait des fiches informatiques du manuel Delagrave (CH10-Ex13 et TP3)

♦ Tâches relatives à une formule de la suite

T3. Construire une formule tableur :

T3 a. formule d'une suite : il s'agit de construire une formule à entrer dans le tableur pour calculer les termes d'une suite.

T3 b. formule pour un calcul : cet item consiste dans la construction d'une formule pour réaliser un calcul sur le tableur ; le calcul de coefficient multiplicateur ou les variations relatives ou absolues entre les termes, etc.

Exemple :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Exercice n°14 p113 intérêts composés								
2									
3	Rappel: Dans le cas d'intérêts composés, en fin d'année								
4	les intérêts s'ajoutent au capital. Cette nouvelle somme sert								
5	de base au calcul des intérêts de l'année suivante.								
6									
7	Taux(%)	5%				capital initial (euros)	1000		
8									
9	n : nombre d'année s	u(n) : capital après n années	i(n) : intérêts correspond ants	variation absolue annuelle du capital	variation relative (%) annuelle du capital	variation (%) des intérêts	a. Dans la 1 ^{ère} ligne du tableau écrire une formule calculant les intérêts à l'aide du taux . b. Dans la 2 ^{ème} ligne: * écrire une formule calculant le capital obtenu au bout d'un an en ajoutant au capital précédent les intérêts correspondants. * calculer par une formule les intérêts de l'année. d. Ecrire des formules pour calculer les variations absolues et relatives du capital (cellules en format pourcentage). Compléter le tableau.		
10	0	1000							
11	1								
12	2								
13	3								
14	4								
15	5								
16	6								
17	7								
18	8								
19	9								
20	10								

Extrait des fiches informatiques du manuel Delagrave (CH10-Ex14)

♦ Tâches relatives à la feuille de calcul

T4. Créer une feuille de calcul : il s'agit de construire une feuille de calcul à partir de la démarche précisée dans l'énoncé.

T4.a. à partir d'indications précises : toutes les formules à entrer, les noms des colonnes, le format des cellules sont précisées étape par étape pour réaliser une feuille de calcul. Il s'agit de suivre ces consignes et d'entrer les données dans la feuille de calcul.

Exemple : La légende du jeu d'échecs :

On raconte que l'inventeur du jeu d'échec présenta ce nouveau jeu au Calife (ou au Pharaon...). Le Calife se passionna pour ce jeu et voulu récompenser l'inventeur. Pourquoi le Calife ne put-il jamais le faire ? L'inventeur ne demandait pourtant pas beaucoup ... a priori et le Calife avait accepté sa requête : un grain de riz pour la première case, le double pour la deuxième case, le double de la deuxième case pour la troisième case... et ainsi de suite, en doublant le nombre de grains d'une case à l'autre.

A l'aide d'un tableur : établir une feuille de calcul comme ci-contre. Le nombre de grains de riz pour chaque case est en colonne A.

Extrait du manuel Déclic (page 140)

	A	B	C	D	E	F	G
1	1	1	2	Histoire de l'échiquier A chaque case on double le nombre précédent : $A2 = 2 \times A1$ et on tire le calcul on fait la somme des grains déjà posés : $B2 = B1 + A2$ et on tire le calcul on remarque qu'en ajoutant 1 à la somme colonne B on obtient la suite des puissances de 2 $C1 = B1 + 1$ et on tire le calcul			
2	2	3	4				
3	4	7	8				
4	8	15	16				
5	16	31	32				
6	32	63	64				
7	64						
8	128						
9	256						
10	512						
11	1024						

T4.b. à partir de la feuille de calcul présentée: une feuille de calcul est illustrée de façon incomplète dans l'énoncé. Les données et parfois certaines formules sont affichées sur cette feuille. Le manuel simplifie ainsi la tâche de l'élève en lui proposant une organisation de la feuille. L'élève a cependant à compléter des éléments importants dans la tâche (formules, etc.)

Exemple : Sophie verse chaque mois une somme d'argent sur un compte.

Elle verse 315 € le premier mois. Mais elle diminue son versement chaque mois de 20 €. Etablir une feuille de calcul comme ci-contre.

Extrait du manuel Déclic (page 135)

	A	B	C
1	n°	versement	total
2	1	315	315
3	2	295	
4	3		
5	4		

T5. Modifier des données d'une feuille de calcul : après avoir créé une feuille de calcul à partir des premières données, il s'agit d'utiliser la fonction actualisation automatique de la feuille de calcul en entrant les nouvelles données. La question est par exemple de trouver la cellule à changer en fonction des nouvelles données.

Exemple : [...] (cf. exemple de T3)) En modifiant le capital initial chercher par essais successifs une valeur, à 1 euro près, du capital initial pour avoir 2000 euros à la fin de la 6^{ème} année.

Extrait des fiches informatiques du manuel Delagrave (CH10-Ex14)

♦ **Tâches relatives à un changement de registre**

T6. Représenter graphiquement une suite : il s'agit d'utiliser l'assistant graphique du tableur pour réaliser la représentation graphique d'une suite.

Types de tâches en environnement Mixte

Nous désignons par ce groupe les tâches dans lesquelles les deux environnements (papier/crayon et tableur) sont référés. Il s'agit en général de partir d'une situation 'tableur' pour réaliser les tâches en papier -crayon sans qu'on ait besoin d'utiliser directement un tableur. Autrement dit, les énoncés des tâches sont formulés en se référant au tableur mais cette tâche peut être réalisée en papier crayon si les élèves ont déjà acquis certaines connaissances sur les fonctionnalités essentielles d'un tableur. Les sujets de l'épreuve anticipée de Mathématique – Informatique pendant laquelle l'utilisation du tableur n'est pas autorisée, contiennent des tâches qui sont des exemples typiques de ces tâches (cf. chapitre VI).

♦ **Tâches relatives aux formules**

M1. Reconnaître une formule du tableur : il s'agit de reconnaître une formule du tableur relativement à un calcul demandé ou à une cellule précisée pour une feuille de calcul. Cette tâche consiste seulement à indiquer une formule alors que T3 (ci-dessus) imposait d'entrer la formule pour la réalisation d'un calcul sur le tableur.

Exemple : Pour tirage papier de photographies numériques, trois agences proposent les tarifs suivants :
Agence B : les 50 premiers photos sont à 0,53 €pièce, les 50 suivantes sont à 0,45 €pièce et les suivantes à 0,38 €pièce.

Agence C : pour un tirage de 1 à 39 photos : toutes les photos sont à 0,35 €pièce ; pour un tirage de 40 à 59 photos : toutes les photos sont à 0,33 €pièce ; pour un tirage de 60 à 99 photos : toutes les photos sont à 0,31 €pièce ; pour un tirage de 100 photos et plus : toutes les photos sont à 0,25 €pièce.

Agence D : 2,90 €forfaitaire plus 0,25 €par photo.

Pour calculer le prix de revient des tirages dans les différentes agences, on a utilisé un tableur. On a reproduit dans l'annexe l'une partie d'écran. On veut que les formules entrées puissent être recopiées vers le bas et s'actualisent automatiquement si on change les valeurs des lignes 3 à 6.

- Quelle formule écrit-on dans la cellule C9 ? jusqu'où peut-on la recopier ?
- Quelle nouvelle formule écrit-on dans la cellule C48 ?
- Quelle formule à recopier jusqu'en B58 faut-il écrire en B9 ?
- On recopie cette formule jusqu'à la cellule B58 : qu'est-elle devenue en B50 ?
- Quelle nouvelle formule faut-il écrire dans la cellule B59 ?

Extrait du sujet de BAC Général Série L Session 2004 - Epreuve anticipée de Mathématiques - Informatique (France)

	A	B	C	D
1				
2		Agence B	Agence C	Agence D
3		0,53	0,35	2,90
4		0,45	0,33	0,25
5		0,38	0,31	
6			0,25	
7				
8	Nombre de photos	Prix avec l'agence B	Prix avec l'agence C	Prix avec l'agence D
9	1	0,53	0,35	3,15
10	2	1,06	0,70	3,40
11	3	1,59	1,05	3,65
47	39	20,67	13,65	12,65
48	40	21,20	13,20	12,90
49	41	21,73	13,53	13,15
50	42	22,26	13,86	13,40
51	43	22,79	14,19	13,65
52	44	23,32	14,52	13,90
53	45	23,85	14,85	14,15
54	46	24,38	15,18	14,40
55	47	24,91	15,51	14,65
56	48	25,44	15,84	14,90
57	49	25,97	16,17	15,15
58	50	26,50	16,50	15,40
59	51	26,95	16,83	15,65
60	52	27,40	17,16	15,90
61	53	27,85	17,49	16,15
62	54	28,30	17,82	16,40
63	55	28,75	18,15	16,65

M2. Convertir une formule : il s'agit de convertir une formule mathématique pour le tableur ou une formule donnée en langage du tableur en formule mathématique.

Exemple : Deux colonies U et V d'insectes ont 1000 individus au départ. Par la suite, la colonie U augmente de 100 individus par mois et la colonie V augmente de 6% par mois.

$$u_0 = 1000 \text{ et } u_{n+1} = u_n + 100 \quad v_0 = 1000 \text{ et } v_{n+1} = v_n \times 1,06$$

adapter ces formules aux cellules du tableur ci-contre.

Extrait du manuel Déclic (page128)

M3. Interpréter une formule ou un procédé sur le tableur : il s'agit de préciser ce que signifie une formule donnée du tableur par rapport à la question.

Exemple : Deux villes, Ajou et Multi, ont la même population de 100 000 habitants le 1^{er} janvier 2000. Les statisticiens observent que chaque année, Ajou a 10 000 habitants de plus et que Multi voit sa population augmenter de 7%. Expliquer les formules indiquées dans les cellules A, B, et C du tableur pour observer l'évolution des populations.

Extrait du manuel Indice (page 39)

	A	B	C
1	1	100 000	100 000
2	=A1+1	=B1+100000	=C1*1,07

M4. Vérifier par une formule : Il s'agit de contrôler les données affichées dans une feuille de calcul par les calculs faits avec une formule mathématique et vice versa.

♦ Tâches relatives à la lecture de feuille de calcul

La lecture de feuille de calcul est demandée à partir de deux situations : la première situation est celle dans laquelle la feuille de calcul est donnée par la question. La deuxième est celle dans laquelle les élèves construisent d'abord la feuille de calcul en accomplissant les tâches précédentes. Pour la deuxième situation, les tâches pourraient être considérées comme des tâches en environnement du tableur suite à la construction de feuille de calcul. Cependant comme nous prenons en compte chaque tâche séparément, il nous semble plus pertinent de placer ce type des tâches dans ce groupe.

Nous distinguons cinq types pour ce groupe :

M5. Lire des termes d'une suite

M6. Reconnaître le type de suite

M7. Reconnaître les variations

M8. Comparer les suites

M9. Indiquer les résultats d'un calcul

Les quatre premiers types sont déjà définis en environnement de P/C. Nous n'allons pas reprendre ici les mêmes définitions. Cependant, il nous semble nécessaire de souligner encore une fois la différence entre ces deux groupes (celles d'en P/C et celles d'en T) : les types de tâches en environnement M sont accomplis à partir d'une feuille de calcul où les valeurs des résultats des opérations sont affichées. Il s'agit donc pour les élèves d'interpréter ces listes numériques par rapport à la question.

♦ **Tâches méta**²³

10. Préciser un procédé sur le tableur : il s'agit d'expliquer une démarche pour effectuer les calculs demandés sur le tableur.

Exemple : Un tableur donne, dans la colonne A, des valeurs du naturel n à partir de 1 et, dans la colonne B, des termes d'une suite u_n . comment procéder pour écrire dans la colonne C les termes de la suite v définie par $v_n = u_n - 0,2$?
Extrait du manuel Indice (page41)

	A	B
1	1	0,125
2	2	-0,25
3	3	0,5
4	4	-1
ε	ε	

M11. Vérifier un résultat : il s'agit d'utiliser les résultats obtenus d'un calcul par le tableur ou en papier/ crayon pour vérifier l'un avec l'autre.

²³ Au sens où il s'agit de 'tâches sur les tâches' impliquant ainsi une prise de distance (Robert & Robinet, 1996)

Environnement Papier/Crayon (P/C)	Environnement Tableur (T)
<p>Tâches relatives aux termes de la suite P/C1. Lire des termes d'une suite P/C2. Calculer les termes d'une suite :</p> <p>a. les premiers termes b. les termes pour des rangs 'grands'</p> <p>Tâches relatives à une formule de la suite P/C3. Déterminer une formule pour la suite :</p> <p>a. par la formule explicite ($u(n)$) en fonction de n b. par la formule récurrence ($u(n+1)$) en fonction de $u(n)$</p> <p>Tâches relatives à l'étude des variations P/C4. Reconnaître et justifier le type de croissance P/C5. Reconnaître et justifier le type de suite P/C6. Reconnaître les variations P/C7. Comparaison des croissances et des suites</p> <p>Tâches relatives à un calcul P/C8. Effectuer un calcul sur la suite</p> <p>Tâches relatives à un changement de registre P/C9. Représenter graphiquement une suite P/C10. Résoudre une équation algébrique</p>	<p>Tâches relatives aux termes de la suite et à un calcul T1. Calculer les termes d'une suite T2. Calculer la somme ou la variation d'une suite ou réaliser un calcul</p> <p>Tâches relatives à une formule de la suite T3. Construire une formule du tableur :</p> <p>a. une formule d'une suite b. une formule pour un calcul</p> <p>Tâches relatives à une feuille de calcul T4. Créer une feuille de calcul :</p> <p>a. à partir des indications précises b. à partir d'une feuille de calcul présentée</p> <p>T5. Modifier des données de la feuille de calcul</p> <p>Tâches relatives à un changement de registre T6. Représenter graphiquement une suite</p>
Environnement Mixte (M)	
<p>Tâches relatives aux formules M1. Reconnaître une formule du tableur M2. Convertir une formule M3. Interpréter une formule ou un procédé sur le tableur M4. Vérifier une formule</p> <p>Tâches relatives à une lecture de feuille de calcul M5. Lire des termes d'une suite M6. Reconnaître le type de suite M7. Reconnaître les variations M8. Comparer les suites M9. Lire les résultats d'un calcul</p> <p>Tâches méta M10. Préciser un procédé sur le tableur M11. Vérifier un résultat.</p>	

Tableau 6. Tableau récapitulatif des types de tâches

2.2.2. Analyse du manuel Déclic

Description du chapitre consacré aux 'suites'

La notion de suite est abordée dans le troisième chapitre intitulé 'Croissance'. Nous présentons la structure de ce chapitre dans le tableau ci-dessous (Tableau 7).

Rubrique	Notions étudiées
<i>COURS</i>	Définition d'une suite numérique Sens de variation d'une suite
<i>EXERCICES/ RECHERCHES</i>	Notion de récurrence Définition de variation absolue (accroissement annuel) et variation relative (taux d'accroissement)
<i>COURS</i>	Définition d'une suite arithmétique
<i>EXERCICES / RECHERCHES</i>	Suite arithmétique à l'aide d'un tableur Modélisation de croissances linéaires Somme des termes d'une suite arithmétique
<i>COURS</i>	Définition d'une suite géométrique

EXERCICES/ RECHERCHES	Suite géométrique à l'aide d'un tableur Modélisation de croissances exponentielle Comparaison de deux croissances
COURS	Définition d'une croissance régulière Croissance accélérée ou ralentie
EXERCICES/ RECHERCHES	Différences secondes Utilisation du logiciel STATIS*
SYNTHESE	Calcul d'Indicateur de développement humain Récapitulation des notions étudiées

Tableau 7. Structure du chapitre 'Croissances' dans le manuel Déclic

Analyse de la partie 'cours' (Cours):

L'objectif est d'initier les élèves à la notion de suite et de les familiariser avec les deux notations (fonctionnelle $u(n)$ et indicielle u_n) d'une suite. L'étude commence par la définition d'une suite numérique comme une liste de nombres : « une suite numérique est une liste de nombres où chacun d'eux est repéré par un numéro d'ordre. »

Les modes de génération d'une suite ne sont pas explicitement présentés. Cependant l'idée apparaît dans les explications sur les exemples proposés: « on peut soit connaître les valeurs de la suite et dans ce cas on n'en connaît qu'un nombre fini de termes ; soit connaître un procédé ou une formule qui permet de connaître tous les termes aussi loin que l'on veut ».

Le sens de variations (croissante et décroissante, sans parler de monotonie) est expliqué rapidement en langage naturel sans aucune formulation mathématique. Il s'agit de montrer la relation entre les deux termes consécutifs (dire si $u_n \neq u_{n+1}$, u_n est croissante ou si $u_n \geq u_{n+1}$, u_n est décroissante).

Les exemples proposés dans cette partie concernent la lecture des termes d'une suite numérique et/ou le calcul des premiers termes d'une suite définie à partir d'une situation.

Ex : Dans la suite des nombres 13 10 7 4 1 -2 -5 -8 -11 -14... u_0
 $= 13$ ou $u(0)=13$
compléter $u(4)=...$ $u_9=...$ $-5= u(...)$ $u(5)=...$

Ex : Un capital de 1000 € au départ augmente de 10 € chaque mois. On note $C(0) = 1000$ et $C(n)$ le capital à la fin du n -ième mois. Calculer $C(1)$, $C(2)$, $c(5)$, $c(12)$

La notion de suite arithmétique est abordée dans le deuxième cours. Après avoir donné deux exemples de suites (croissante et décroissante) avec leurs représentations graphiques, une suite arithmétique est définie comme la suivante : « lorsque l'on passe d'un terme d'une suite au terme suivant en ajoutant (ou retranchant) toujours le même nombre, la suite est arithmétique. On parle alors de croissance linéaire et les points correspondants sont alignés. Une suite arithmétique est une suite à accroissement constant a , appelé raison ».

Le troisième cours concerne la notion de suite géométrique. Comme le cours précédent, d'abord deux exemples de suite sont données puis une suite géométrique est définie : « lorsque l'on passe d'un terme d'une suite au terme suivant en multipliant toujours par le même nombre, la suite est géométrique. On parle alors de croissance exponentielle. Une suite géométrique est une suite à taux d'accroissement constant t . ». Dans la rubrique

* STATIS (TLC-Edusoft) est un logiciel de traitement statistique, graphique et cartographique ainsi qu'une banque de données.

« formules », le coefficient multiplicateur est présenté comme la raison de la suite géométrique et sa formule est précisée à partir du taux d'accroissement.

Nous constatons que les notions de croissance linéaire et exponentielle sont abordées, conformément au programme, à partir de la détermination des notions de suite arithmétique et géométrique.

Enfin, sous le titre « autres croissances », une croissance régulière est illustrée par une croissance linéaire et les notions de croissance accélérée et ralentie sont abordées à partir de leurs représentations graphiques.

Dans cette partie du chapitre, les notions ne sont pas abordées en utilisant les outils informatiques. Nous trouvons seulement un exemple sur la calculatrice concernant la notion de suite arithmétique.

Toutes les définitions sont faites en langage naturel. La formulation mathématique ne figure pas dans les définitions. La détermination des suites arithmétique et géométrique par les formules est présentée sous rubrique 'formule'. Nous remarquons que la notation fonctionnelle est retenue dans cette partie du manuel, pourtant les suites ne sont pas présentées comme des fonctions.

Analyse de la partie 'exercices/problèmes' :

Le chapitre 'croissance' contient au total 75 exercices/problèmes. Leur répartition entre les

cours	exercices	recherches	test d'évaluation	TOTAL
7	21	38	9	75

Tableau 8. Nombre des exercices/problèmes du manuel Déclic

diverses parties du chapitre est donnée dans le Tableau 8.

Certaines notions importantes sont abordées à l'aide d'exercices/problèmes dans les parties 'Exercices' et 'Recherches' en complément du 'Cours'. Par exemple, la notion de récurrence, l'idée de « modélisation » des croissances par les suites, la comparaison des croissances (cf. Tableau 7).

Nous limitons notre analyse des exercices/problèmes au niveau des tâches. Il nous semble que ce niveau d'étude est suffisant pour localiser l'utilisation du tableur. Nous avons déjà présenté les types de tâches (cf. Tableau 6) et nous les avons classifiés suivant trois environnements (papier/crayon, tableur et mixte). Regardons d'abord cette répartition (Figure 4).

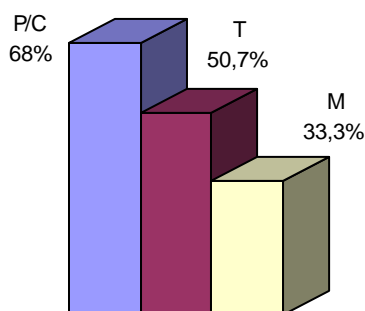


Figure 4. Répartition des types d'environnements de tâches / Déclic

38 exercices/problèmes proposent au moins une tâche dans l'environnement du Tableur. Autrement dit 50,7% des exercices/problèmes contiennent une application directe sur tableur. 25 exercices/problème, soit 33,3%, contiennent au moins une tâche de l'environnement Mixte. Nous pouvons considérer ces deux environnements comme technologiques pour la raison qu'il existe au moins une référence à un outil informatique.

Ceci concerne plus de la moitié des exercices/problèmes (57,3 %). 51 exercices/problèmes (68%) proposent des tâches à accomplir en papier/crayon. (La répartition est calculée selon le nombre d'exercices/problèmes. Un exercice/problème pouvant contenir plusieurs types de tâches, dans notre calcul un exercice /problème peut donc entrer dans les trois environnements en même temps. Ceci explique le fait que le pourcentage total est plus de 100)

Nous présentons d'abord une classification des types de tâches selon les trois environnements pour donner un aperçu général sur les tâches proposées dans le manuel (Tableau 9).

	Classes <i>Tâches relatives à/au/aux</i>	Nombre des exercices/problèmes	Fréquence en %
P/C	<i>termes d'une suite</i>	31	41,3
	<i>formule d'une suite</i>	21	28
	<i>étude des variations</i>	18	24
	<i>calcul</i>	24	32
	<i>changement de registre</i>	9	12
T	<i>termes d'une suite</i>	22	29,3
	<i>formule d'une suite</i>	2	2,7
	<i>feuille de calcul</i>	21	28
	<i>changement de registre</i>	5	6,7
M	<i>formules</i>	12	16
	<i>lecture de feuille de calcul</i>	20	26,7
	<i>méta</i>	9	12

Tableau 9. Répartition des classes de types de tâches / Déclic

Le nombre d'exercices sur les termes d'une suite est majoritaire. Cette classe est abordé dans 41,3 % des exercices /problèmes au moins par une tâche en papier/crayon et dans 29,3 % des exercices/problèmes par au moins une tâche en tableur. La création d'une feuille de calcul sur le tableur représente 28 % des exercices/problèmes. La lecture d'une feuille de calcul constitue 26,7 % des exercices/problèmes. La détermination d'une formule en papier/crayon est plus dominante que cette détermination en tableur (28 % en papier –crayon contre 2,7 % en tableur).16% des exercices/problèmes porte sur cette classe en environnement mixte. Le nombre d'exercices/problèmes sur les aspects graphique et algébrique des notions étudiées que nous avons qualifiés de registre est beaucoup moins significatif en tableur mais aussi en papier – crayon par rapport à l'aspect numérique.

Au total 278 tâches sont proposées dans les 75 exercices/problèmes. Dans le tableau suivant, nous présentons la répartition des types de tâches (Tableau 10).

	Classes	Type de tâches	Nombre de tâches	Fréquence en %
P/C	<i>termes</i>	P/C1	6	8
		P/C2 a	24	22,7
		P/C2 b	20	20
		P/C3 a	25	26,7
	<i>formule</i>	P/C3 b	1	1,3
		P/C4	5	6,7
	<i>variations</i>	P/C5	2	2,7
		P/C6	11	12
		P/C7	8	6,7
		P/C8	37	32
	<i>calcul</i>	P/C9	8	8
	<i>registre</i>			

		P/C10	4	5,3
T	termes	T1	19	22,7
		T2	9	8
		T3 a	3	2,7
	formule	T3 b	0	0
		T4 a	8	10,7
	feuille de calcul	T4 b	12	13,3
		T5	11	10,7
	registre	T6	5	6,7
M	formules	M1	11	9,3
		M2	1	1,3
		M3	2	2,7
		M4	6	8
	lecture de feuille de calcul	M5	9	9,3
		M6	2	2,7
		M7	5	6,7
		M8	8	6,7
		M9	5	5,3
	méta	M10	3	4
		M11	8	9,3
TOTAL			278	

Tableau 10 . Les types de tâches dans le manuel de Déclic

Le type de tâche le plus fréquent dans les exercices/ problèmes est une tâche de calcul en papier – crayon avec 32 % (P/C8). Il s’agit en général de calculer un accroissement moyen, un intérêt, un coefficient multiplicateur ou bien une somme. L’application d’un calcul de pourcentage est très présente dans les exercices/problèmes. 22,7 % des exercices/problèmes contiennent le calcul des premiers termes d’une suite en papier – crayon (P/C2a). Le calcul de termes pour des rangs ‘grands’ (P/C2b) se trouve dans 20 % des exercices/problèmes. L’utilisation d’un tableur pour le calcul de termes (T1) est demandée dans 22,7 % des exercices/problèmes. Quant à la détermination des suites par une formule, nous rencontrons uniquement, dans le manuel de Déclic, la formule explicite ($u(n)$ en fonction de n) (P/C3a). Nous trouvons seulement une tâche qui demande de trouver une formule de récurrence ($u(n+1)$ en fonction de $u(n)$) (P/C3b) contre 25 tâches pour la formule explicite, qui constituent 26,7 % des exercices/problèmes.

Les tâches concernant l’utilisation du tableur sont centrées sur la création d’une feuille de calcul. 24 % des exercices/problèmes dont 13,3 % pour la création à partir d’une feuille de calcul sont présentés avec l’énoncé (T4b) et 10,7 % à partir d’indications précises (T4a). Elle est suivie du calcul des termes (T1) avec 22,7 %. Cependant la construction d’une formule tableur n’apparaît pas d’une manière explicite dans les tâches. Nous trouvons seulement 3 tâches qui questionnent une formule de la suite (T3a) pour le calcul des termes sur le tableur. Par contre dans l’environnement mixte, pour le type de tâche ‘reconnaître une formule du tableur’ (M1), il existe 11 tâches soit 9,3 % des exercices/problèmes. Sur le tableur, un autre type de tâche marquant est la modification d’une feuille de calcul (T5). Ce type de tâche existe dans 10,7 % des exercices/problèmes.

En environnement Mixte, il n’existe pas un type de tâche dominant. Lire des termes d’une suite (M5), Vérifier un résultat par l’autre (M11) et reconnaître une formule du tableur présentent 9,3 % des exercices/problèmes, suivis de M4 (vérifier une formule) avec 8 %. Reconnaître les variations (M7) et comparer les suites (M8) à partir d’une feuille de calcul se trouvent dans 6,7% des

exercices/problèmes. Nous trouvons seulement quelques tâches sur la précision d'un procédé du tableur (M10, 3 tâches) ou sur l'interprétation d'une formule (M3, 2 tâches).

Une partie de l'initiation au tableur dans le manuel Déclic porte sur l'assistant graphique du tableur. Cette initiation est cependant peu utile dans la suite puisque nous avons constaté que l'étude graphique sur le tableur (T6) concerne seulement 5 tâches, soit 6,7% des exercices/problèmes.

2.2.3. Analyse du manuel Delagrave

Description du chapitre consacré aux 'suites'

Le dixième chapitre du manuel Delagrave est consacré à l'étude des 'croissances'. La structure de ce chapitre est la suivante:

Rubrique	Notions étudiées
<i>VU DANS LES MEDIAS</i>	Variations absolues successives Variations relatives successives
<i>BASES</i>	Définition de croissance linéaire Une croissance quasi linéaire Variation absolue moyenne entre deux dates quelconques Définition d'une croissance exponentielle Une croissance quasi exponentielle Exemple pour une croissance ni linéaire ni exponentielle
<i>DEVELOPPMENT</i>	Définition d'une suite La représentation graphique d'une suite Détermination explicite d'une suite Détermination récurrente d'une suite Définition d'une suite arithmétique et sa détermination et sa représentation graphique Définition d'une suite géométrique et sa détermination
<i>SYNTHESE</i>	Récapitulation des définitions
<i>EXERCICES/ SITUATIONS</i>	Application des notions abordées

Tableau 11 .Structure du chapitre 'Croissances' dans le manuel Delagrave

Analyse de la partie 'cours' ('Bases' et 'Développement') :

La croissance linéaire et la croissance exponentielle sont présentées comme deux notions essentielles dans ce chapitre. Les définitions de ces deux types de croissance sont données par rapport à une grandeur G évoluant dans le temps et mesurée à intervalles de temps réguliers. La croissance linéaire est définie comme suivant :

« G suit une croissance linéaire quand la variation absolue entre deux mesures consécutives reste constante dans le temps. Autrement dit : entre deux mesures consécutives, la grandeur G augmente ou diminue d'une même valeur ».

Sur les intervalles non réguliers, cette croissance est caractérisée par la formule de variation absolue moyenne $\frac{G(t')-G(t)}{t'-t}$ qui est constante. La croissance exponentielle est présentée aussi de la même façon :

« G suit une croissance exponentielle si la variation relative entre deux mesures consécutives reste constante dans le temps. Autrement dit : entre deux mesures consécutives, la grandeur G est multipliée par un même nombre ».

Nous trouvons une remarque importante concernant l'étude de ces notions sur les situations réelles. Pour ces deux types de croissance, les auteurs du manuel soulignent que « de nombreuses grandeurs suivent une croissance quasi linéaire/exponentielle, la variation absolue/relative par cycle de leur mesure est 'presque' constante ».

Des exemples de situations où la croissance n'est ni linéaire ni exponentielle, sont présentés dans cette partie du manuel.

La notion de suite est étudiée comme la notion complémentaire de la notion de croissance dans la deuxième partie 'Développement'. L'étude commence par la définition générale d'une suite en tant que fonction : « Une suite est une fonction définie sur l'ensemble \mathbb{N} des entiers naturels ». Les déterminations explicite et récurrente d'une suite et la représentation graphique sont présentées avec des affichages d'écrans d'une calculatrice.

Les suites arithmétiques et géométriques sont définies à partir des croissances linéaire et exponentielle. Leurs définitions données sont les suivantes : « une suite arithmétique est une suite qui suit une croissance linéaire. Autrement dit : La suite u est une suite arithmétique si et seulement si la variation absolue $u_{n+1} - u_n$ est la même pour tout n . » et « une suite géométrique est une suite qui suit une croissance exponentielle. Autrement dit : La suite u est une suite géométrique si et seulement si la variation relative $\frac{u_{n+1} - u_n}{u_n}$ est la même pour tout rang n ».

La définition par récurrence des suites est déduite algébriquement de la formulation de la variation absolue et de la variation relative.

Pour une suite arithmétique : Soit $r = u_{n+1} - u_n$ la différence constante entre deux termes successifs. On déduit $u_{n+1} = u_n + r$. c'est la détermination récurrence de la suite u .

Pour une suite géométrique : Soit $k = \frac{u_{n+1}}{u_n}$ le nombre constat. On est déduit $u_{n+1} - u_n = k u_n$ puis $u_{n+1} = k u_n + u_n$ et enfin $u_{n+1} = u_n (k+1)$ en posant $q = k+1$. $u_{n+1} = u_n \times q$ est la détermination récurrence de la suite u .

Quant à l'utilisation d'un outil informatique dans cette partie, nous trouvons les représentations numérique et graphique d'une suite sur l'écran d'une calculatrice. Dans le texte, l'utilisation de la calculatrice n'est pas abordée, toutes les étapes sont illustrées à l'aide des copies d'écran. Voici les étapes : saisir la formule d'une suite, déterminer des valeurs numériques et l'affichage graphique. Il y a aussi l'écran de la préparation de la table de valeurs et son affichage.

Analyse de la partie 'exercices/problèmes' :

Le manuel Delagrave contient 21 exercices/problèmes dont 16 dans la partie 'Exercices' et 3 dans chacune de deux autres parties

Vu dans les médias	Exercices	Situations	TOTAL
3	16	3	21

(Tableau 12). Nous trouvons seulement 4 exercices/

Tableau 12. Nombre des exercices/problèmes du manuel Delagrave

problèmes qui font explicitement référence à l'utilisation des outils informatique. Cependant sur le site Internet du manuel, nous trouvons 12 exercices/problèmes dont 2 sont signalés par un logo dans le manuel. Sur ce site, 2 fichiers présentent les exemples donnés dans le manuel, 3 exercices/problèmes qui se trouvent dans le manuel mais ils ne sont pas signalés et 3 exercices/problèmes supplémentaires sont proposés.

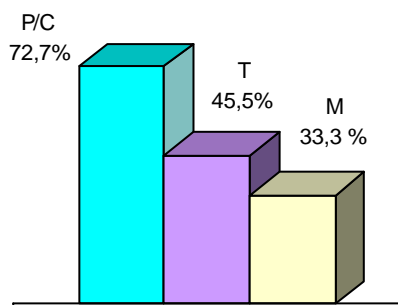


Figure 5. Répartition des types de tâches selon trois environnements/ Delagrave

Le manuel Delagrave se distingue de deux autres manuels par les types de tâches proposés. Aucune tâche relative aux outils informatiques ne se trouve dans le manuel (Par exemple : créer une feuille de calcul, trouver la formule du tableur d'une suite, etc.). Cependant nous trouvons les tâches relatives au tableur dans les fichiers informatiques disponibles sur l'Internet ou dans le CD du professeur. Nous regroupons donc pour notre analyse les exercices/problèmes proposés

dans le manuel et sur le site d'Internet de ce manuel. Nous réalisons notre étude sur 33 exercices/problèmes au total.

72,7 % des exercices/problèmes contiennent au moins une tâche en papier – crayon. Cette fréquence est de 45,5 % pour le tableur et de 33,3 % pour l'environnement Mixte. (Figure 5)

La répartition des classes des types de tâches est la suivante (Tableau 13):

	Classes Tâches relatives à/ au/ aux	Nombre des exercices/problèmes	Fréquence en %
P/C	termes d'une suite	12	36,4
	formule d'une suite	8	24,2
	étude des variations	16	48,5
	calcul	13	39,4
	changement de registre	5	15,2
T	termes d'une suite	10	30,3
	formule d'une suite	11	33,3
	feuille de calcul	4	12,1
	changement de registre	4	12,1
M	formules	3	9,1
	lecture de feuille de calcul	9	27,3
	méta	2	6,1

Tableau 13. Répartition des classes de types de tâches / Delagrave

Etant abordé dans la moitié des exercices/problèmes, la classe 'l'étude de variations' vient en tête de la liste (48,5%). Les tâches relatives aux termes de la suite sur le tableur existent dans 30,3 % des exercices/problèmes et elles sont un peu plus en papier/crayon soit 36,4 % des tâches totales. La classe la plus abordée dans l'environnement du Tableur est la construction d'une formule. 33,3 % des exercices/problèmes contiennent au moins une tâche concernant cette classe. La classe portant sur la 'formule' d'une suite en papier – crayon et celle qui est en environnement Mixte ne sont pas autant présentes. La détermination de la suite par une formule se trouve seulement dans 8 exercices/problèmes, soit 24,2 %. En environnement Mixte, ce pourcentage diminue à 9,1. La classe majoritaire en environnement Mixte est la lecture de feuille de calcul avec un pourcentage de 27,3.

La classe de changement de registre (graphique/algébrique) est très peu présente dans les deux environnements (papier -crayon et tableur). Il s'agit de 15,2% des exercices/problèmes en papier – crayon et de 12,1 % sur le tableur.

Dans ce qui suit, nous détaillons cette étude par l'analyse des types de tâches.

33 exercices/problèmes contiennent au total 129 tâches. En papier – crayon, une tâche relative à la réalisation d'un calcul quelconque (P/C8) est présente dans 39,4 % des exercices/problèmes. L'étude de variation étant la classe la plus dominante dans ce manuel, nous remarquons que cette classe est plus abordée par les tâches concernant la reconnaissance du type de croissances (P/C4) et du type de suites (P/C5). Ces deux types de tâche représentent respectivement 27,3% et 18,2% des exercices/problèmes. Les tâches proposées sur le tableur concernent plutôt la construction d'une formule. T3b (une formule pour un calcul) et T3a (une formule d'une suite) représente respectivement 27,3 % et 21,2 % des exercices/problèmes. La classe 'formule' est abordée en papier- crayon dans 24,2 % des exercices/problèmes par le type de tâche P/C3a (détermination d'une formule explicite) et il n'existe aucune tâche de type P/C3b (détermination d'une formule récurrente). Autrement dit, le manuel Delagrave retient seulement la détermination d'une suite par une formule explicite et la formule par récurrence n'apparaît pas dans ce manuel. Quant au calcul de termes d'une suite, ce manuel donne la première place avec 33,3 % au calcul des premiers termes en papier/crayon (P/C2a). Sur le tableur, ce pourcentage diminue à 18,2. Par contre nous constatons que le calcul de variations relatives et absolues entre des termes consécutifs d'une suite (T2, 15,2 %) sur le tableur est un type de tâche propre à ce manuel.

Nous avons présenté la structure du manuel Delagrave dans les paragraphes précédents. Nous avons signalé que le manuel ne contenait aucune tâche sur tableur mais qu'elles étaient proposées sur le site Internet associé et sur le CD du professeur sous forme de fichiers informatiques. Cela explique l'absence de type de tâche concernant la création d'une feuille de calcul (T4a et T4b). En revanche, la modification d'une feuille de calcul (T5) et la représentation graphique sur le tableur (T6) sont présentes dans 12,1 % des exercices/problèmes.

Les tâches en environnement Mixte se focalisent sur la reconnaissance du type d'une suite (M6, 21,2 %) et sur la lecture de ses termes (M5, 15,2%). Les autres types de tâches dans cet environnement ne sont pas présents de manière significative.

	Thèmes	Type de tâches	Nombres de tâches	Fréquence en %
P/C	termes	P/C1	0	0
		P/C2 a	13	33,3
		P/C2 b	5	12,1
	formule	P/C3 a	8	24,2
		P/C3 b	0	0
	variations	P/C4	10	27,3
		P/C5	6	18,2
		P/C6	1	3
		P/C7	1	3
	calcul	P/C8	16	39,4
	registre	P/C9	2	6,1

		P/C10	4	9,1
T	termes	T1	6	18,2
		T2	5	15,2
	formule	T3 a	8	21,2
		T3 b	13	27,3
	feuille de calcul	T4 a	0	0
		T4 b	0	0
		T5	5	12,1
registre	T6	4	12,1	
M	formules	M1	0	0
		M2	0	0
		M3	2	6,1
		M4	1	3
	lecture de feuille de calcul	M5	6	15,2
		M6	7	21,2
		M7	2	3
		M8	2	3
		M9	0	0
	méta	M10	0	0
		M11	2	6,1
TOTAL			129	

Tableau 14. Les types de tâches dans le manuel de Delagrave

2.2.4. Analyse du manuel Indice

Description du chapitre consacré aux 'suites'

La notion de suite est étudiée en tant que chapitre à part dans le manuel Indice. La structuration de ce chapitre est la suivante (Tableau 15) :

Rubrique	Notions étudiées
ACTIVITE- COURS	Définition d'une suite arithmétique Définition d'une suite géométrique Définition d'une suite et sa représentation graphique
TRAVAUX DIRIGES	Suites à l'aide du tableur
EXERCICES D'ENTRAINEMENT VERS LE BAC	Application des notions abordées

Tableau 15. Structure du chapitre 'Suites' dans le manuel Indice

Analyse de la partie 'cours' ('Activité – Cours') :

L'étude de la notion de suite commence par la définition d'une suite arithmétique. « Une suite **arithmétique** est telle que le premier terme est donné et chaque autre terme s'obtient en ajoutant une **constante** r au terme qui précède : r est la **raison** de la suite ». Ensuite, la notion de croissance linéaire est abordée comme suit conformément au programme : « une suite arithmétique a un **accroissement constant** : la différence $u_{n+1} - u_n$ est constante et égale à la raison r . On dit que la **croissance** est **linéaire** ».

La détermination d'une suite arithmétique sur le tableur est présentée par la notion de récurrence sur un tableau simple (Figure 6). Dans le tableau donné, la colonne A présente les entiers naturels n et les termes de la suite se trouvent sur la colonne B. Le premier terme de la suite est a dans

Sur tableur Excel	
A	B
1	a
2	=B1+r

Figure 6. Définition de la suite arithmétique sur tableur dans le manuel Indice

la cellule B1 et le deuxième terme est défini à partir de la cellule B1 en ajoutant un constant r qui est la raison de la suite. La formule récurrence de la suite en cellule B2 sur le tableur est donc $=B1 + r$. Il n'existe pas d'explication à propos de cette formulation mais le tableur apparaît dans cette partie 'cours' du manuel Indice (on ne le rencontre pas dans la partie 'cours' de deux autres manuels). La notion de récurrence n'est pas explicitement étudiée, bien que les activités proposées abordent cette notion.

Une suite géométrique est définie de la même façon qu'une suite arithmétique : « une **suite géométrique** est telle que le premier terme est donné et chaque autre terme s'obtient en multipliant le terme qui précède par une **constante q** : q est la **raison** de la suite ». Après avoir montré algébriquement que l'accroissement relatif d'une suite géométrique est constant, les auteurs évoquent la notion de croissance exponentielle : « l'**accroissement relatif** d'une suite géométrique est constant : $u_{n+1} - u_n = u_n (q - 1)$ donc $(u_{n+1} - u_n) / u_n = q - 1$. on dit que la **croissance est exponentielle** ».

L'utilisation du tableur pour la suite géométrique est identique à celle de la suite arithmétique. Un tableau simple présente la feuille de calcul pour montrer la formule récurrence d'une suite géométrique sur le tableur (Figure 7). En cellule B1, le premier terme de la suite est a et en cellule

Sur tableur Excel	
A	B
1	a
2	=B1*q

B2 le deuxième terme est a multiplié par la raison q , c'est donc $= B1 * q$.

Figure 7. Définition d'une suite géométrique sur tableur dans le manuel Indice

A la fin de cette partie sous le titre 'autres suites', une suite est définie comme une fonction : « une suite est une fonction dont la variable est un entier naturel n , à partir de $n=0$ ou $n=1$ ». La détermination par récurrence est formulée telle qu'« on donne le premier terme et une relation permettant de calculer u_{n+1} en fonction de u_n ». Les activités proposées abordent la notion de différences secondes mais les auteurs du manuel ne proposent pas une étude explicite à ce propos.

Analyse de la partie 'exercices/problèmes' :

Le manuel Indice contient 52 exercices/problèmes dans le chapitre

Activité - cours	Travaux dirigés	Exercices d'entraînement	Vers la BAC	TOTAL
12	3	34	3	52

consacré aux suites. Le tableau ci-contre **Tableau 16.** Nombre des exercices/problèmes du manuel Indice montre leur répartition entre les parties.

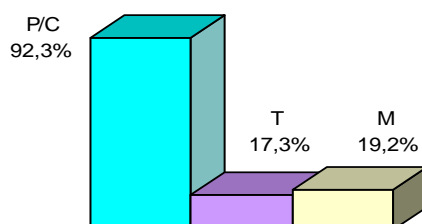


Figure 8. Répartition des types de tâches selon trois environnements/ Indice

Selon notre classification de types de tâches en trois environnements, nous constatons une grande différence par rapport aux deux autres manuels pour la répartition des types de tâches suivant les trois environnements. L'environnement de P/C est très dominant dans

le manuel Indice. 48 exercices/problèmes sur 52

comprennent au moins une tâche à accomplir en papier – crayon. Cependant il s'agit seulement de 10 exercices/problèmes en environnement du Mixte et des 9 exercices/problèmes pour le tableur.

La répartition des classes montre que les tâches relatives aux termes de la suite en papier –crayon est la classe la plus abordée dans le manuel Indice. Il s'agit de 69,2 % des exercices/problèmes. Cependant il existe seulement 4 exercices/problèmes, soit équivalent de 7,7 % pour le calcul des termes d'une suite sur le tableur. La classe 'termes' en P/C est suivie de l'étude des variations avec 42,3 %. Le calcul quelconque en papier – crayon vient en troisième dans la liste de classe avec 23,1 % contrairement aux deux autres manuels dans lesquels il figure toujours en tête de la liste. La classe 'formule' est présente dans 17,3 % des exercices/ problèmes pour le papier/crayon et dans 13,5 % pour l'environnement Mixte. Il s'agit seulement de 3,8 % pour l'environnement Tableur. Le changement de registre est la classe la moins présente en papier/ crayon, pourtant elle est plus présente que les classes de deux autres environnement (15,4%). En environnement Tableur, nous trouvons la classe concernant une feuille de calcul et sa lecture en environnement Mixte dans 11,5 % des exercices/ problèmes. Les autres classes apparaissent seulement dans une ou deux tâches.

	Classes Tâches relatives à/au/aux	Nombre des exercices/problèmes	Fréquence en %
P/C	termes d'une suite	36	69,2
	formule d'une suite	9	17,3
	étude des variations	22	42,3
	calcul	12	23,1
	changement de registre	8	15,4
T	termes d'une suite	4	7,7
	formule d'une suite	2	3,8
	feuille de calcul	6	11,5
	changement de registre	1	1,9
M	formules	7	13,5
	lecture de feuille de calcul	6	11,5
	méta	4	7,7

Tableau 17. Répartition des classes de types de tâches/ Indice

L'analyse des types de tâches nous montre que le manuel Indice se focalise sur la notion de suite par l'étude des termes. La notion de 'croissance' et l'étude de variations ne sont pas questionnées dans les tâches proposées. La majorité des tâches concerne le calcul de termes avec 53,8 % des exercices/problèmes pour le calcul des premiers termes (P/C2a), 28,8% pour les grands termes (P/C2b), et la reconnaissance de type de suite (P/C5, 40,4 %). En environnement Tableur, seuls deux types de tâches sont relativement plus présents, les autres restent en minorité. Il s'agit de la création d'une feuille de calcul à partir des indications précises (T4a) avec une fréquence de 9,6% et du calcul des termes (T1) avec 7,7%. En environnement Mixte, nous trouvons aussi trois types de tâches plus présentes que les autres. La détermination du type d'une suite (M6) vient en premier avec 11,5 % , suivi de la reconnaissance d'une formule sur le tableur (M1) ayant une fréquence 7,7 % avec 6 tâches et l'explication d'un procédé sur le tableur (M10) avec 7,7 % pour 5 tâches.

	Thèmes	Type de tâches	Nombres de tâches	Fréquence en %
P/C	termes	P/C1	2	1,9
		P/C2 a	34	53,8
		P/C2 b	15	28,8
	formule variations	P/C3 a	6	9,6
		P/C3 b	6	11,5
		P/C4	0	0
		P/C5	21	40,4
		P/C6	0	0
		P/C7	2	3,8
	calcul registre	P/C8	12	23,1
P/C9		5	9,6	
P/C10		4	7,7	
T	termes	T1	4	7,7
		T2	0	0
	formule	T3 a	0	0
		T3 b	3	3,8
	feuille de calcul	T4 a	5	9,6
		T4 b	0	0
	T5	2	3,8	
registre	T6	1	1,9	
M	formules	M1	6	7,7
		M2	2	3,8
		M3	1	1,9
		M4	0	0
	lecture de feuille de calcul	M5	1	1,9
		M6	8	11,5
		M7	0	0
		M8	1	1,9
		M9	0	0
	méta	M10	5	7,7
		M11	0	0
TOTAL			146	

Tableau 18. Les types de tâches dans le manuel Indice

2.2.5. Une synthèse de l'analyse des trois manuels

Dans cette partie, nous reprendrons de façon comparative les analyses des trois manuels que nous avons réalisées. Cette étude nous permet de souligner les caractéristiques de chaque manuel par rapport aux autres et aussi de faciliter leur lecture. Nous comparons d'abord leur approche la notion de suite puis les résultats de notre analyse de types de tâches. Nous réalisons cette étude comparative de types de tâches par une analyse factorielle en utilisant un logiciel d'analyse statistique « Le Sphinx Lexica »²⁴.

La notion de suite et la croissance dans les trois manuels

Dans l'analyse du programme, nous avons montré que la notion de suite serait utilisée dans le chapitre intitulé « exemples des types des croissances » pour aborder la notion de croissance. Dans cet objectif, il est proposé de déterminer les notions de suite arithmétique et géométrique en étudiant les séries chronologiques que les élèves rencontrent dans la vie quotidienne puis de déterminer respectivement les croissances linéaire et exponentielle à partir de cette étude.

²⁴ Conçu par la société du Sphinx Développement, les logiciels du Sphinx sont labellisés par le ministère de l'éducation nationale comme une référence dans le traitement des enquêtes.

Dans notre analyse des manuels, nous constatons des interprétations différentes du programme par les manuels.

Le manuel Delagrave présente les deux notions séparément. Il propose une introduction directe à partir de la détermination de la croissance d'une grandeur en s'appuyant sur la variation absolue et la variation relative. Puis dans une autre partie dans laquelle les notions complémentaires sont abordées, la notion de suite est déterminée par la notion de croissance.

Les manuels Indice et Déclic suivent plutôt l'organisation du contenu du programme pour l'introduction des notions. Ils définissent d'abord la notion de suite puis ils précisent le type de croissance. Cependant le contenu du chapitre concerné varie d'un manuel à l'autre : le manuel Indice se focalise sur la notion de suite tandis que le manuel Déclic aborde à la fois les deux notions.

Les types de tâches dans les trois manuels

Sur le logiciel de Sphinx, le tableau croisé de deux variables nous permet d'abord de comparer les réponses à une question présentée en ligne en fonction des réponses données aux modalités d'une question en colonne et vice versa. Sur ce type de tableau, le logiciel permet également de présenter soit les pourcentages en ligne soit en colonne en fonction de l'objectif suivi. Un test de Khi-deux peut alors s'appliquer sur le tableau (le cas des variables nominales) pour voir les éventuels écarts à la distribution théorique. Le logiciel affiche lui-même, à partir de rubrique 'test' le résultat de Khi-deux en fonction d'un seuil de dépendance significative qui est fixé ici à une marge d'erreur de 5 %.

De la même manière, les cases les plus significatives peuvent être encadrées selon les effectifs significativement supérieurs ou inférieurs à l'effectif théorique.

La carte factorielle du tableau croisé est un graphique en deux dimensions qui donne les projections des modalités suivant les axes les plus représentatifs. Le pourcentage de la variance expliqué par chacun des axes est mentionné en regard de chacun des axes.

La lecture de la carte factorielle peut se faire suivant les positions d'un point d'un ensemble par rapport à tous les points de l'autre ensemble et réciproquement. Les points les plus éloignés de l'origine donnent les meilleures informations pour l'interprétation, alors que les points proches de l'origine ne sont pas pertinents pour faire un commentaire.

Nous allons d'abord faire une analyse croisée de manuels/ classes de types de tâches pour avoir un aperçu global des profils des trois manuels, puis une analyse croisée de manuels/ types de tâches pour avoir une vision plus précise des tâches privilégiés dans les manuels.

Dans le paragraphe suivant, nous présentons d'abord le tableau croisé avec le test de Khi-deux pour les classes de tâches et les manuels scolaires (Tableau 19) et ensuite la carte factorielle de ce tableau (Figure 9)

classes	P/C-terme	C-formu	P/C-var iation	P/C-calcul	C-registr	T-terme	T-formule	T-feuille	T-registre	M-formule	M-lecture	M-méta	TOTAL
Manuel													
Déclic	39,2%	55,3%	32,1%	49,0%	40,9%	61,1%	13,3%	67,7%	50,0%	54,5%	57,1%	60,0%	46,9%
Delagrave	15,2%	21,1%	28,6%	26,5%	22,7%	27,8%	73,3%	12,9%	40,0%	13,6%	25,7%	13,3%	20,6%
Indice	45,6%	23,7%	39,3%	24,5%	36,4%	11,1%	13,3%	19,4%	10,0%	31,8%	17,1%	26,7%	32,5%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

La dépendance est très significative. $\chi^2 = 57,27$, ddl = 22, 1-p = 99,99%. Les valeurs du tableau sont les pourcentages en colonne établis sur 160 observations.

Tableau 19. Tableau croisé des manuels scolaires

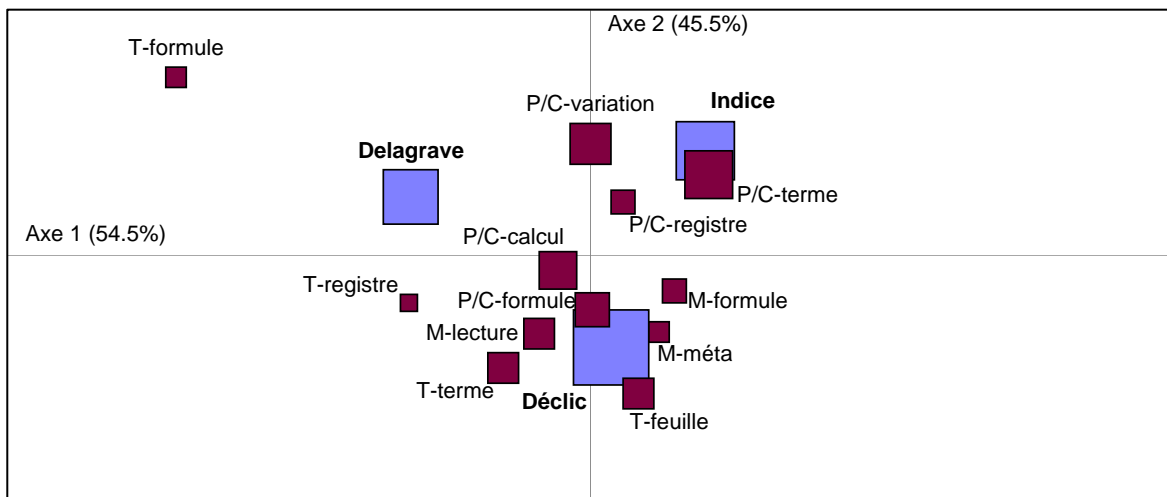


Figure 9. La carte factorielle des classes de types de tâches

Une lecture sur l'axe1 (Figure 9) nous montre la position opposée du profil du manuel Delagrave à celui du manuel Indice et une lecture sur l'axe2 oppose le manuel Déclic au manuel Indice. Nous lisons clairement que le manuel Indice est sur-représenté par la classe 'termes de la suite' en papier/crayon. Le manuel Déclic est marqué par la tâche de création d'une feuille de calcul et le manuel Delagrave par la classe 'formules' sur tableur à laquelle les deux autres manuels donnent une place réduite. Sur la carte factorielle cette classe se place en haut à gauche, loin des autres types de classes.

Le manuel Déclic est représenté par plusieurs classes qui peuvent être considérées dans l'environnement lié aux technologies du fait qu'il existe au moins une référence à un outil informatique. Il s'agit des classes concernant les termes de la suite sur le tableur, la lecture de feuille de calcul et méta.

La carte factorielle de types de tâches (Figure 10) nous permet d'identifier les types de tâches les plus significatifs pour les manuels. Les types de tâches placés vers l'origine des axes ou entre les manuels sont des tâches proposées dans tous les manuels, qui, de ce fait, ne caractérisent pas particulièrement un manuel. Nous ne prendrons pas en compte non plus les tâches qui ont très peu d'effectifs (par exemple M2, M3, M9).

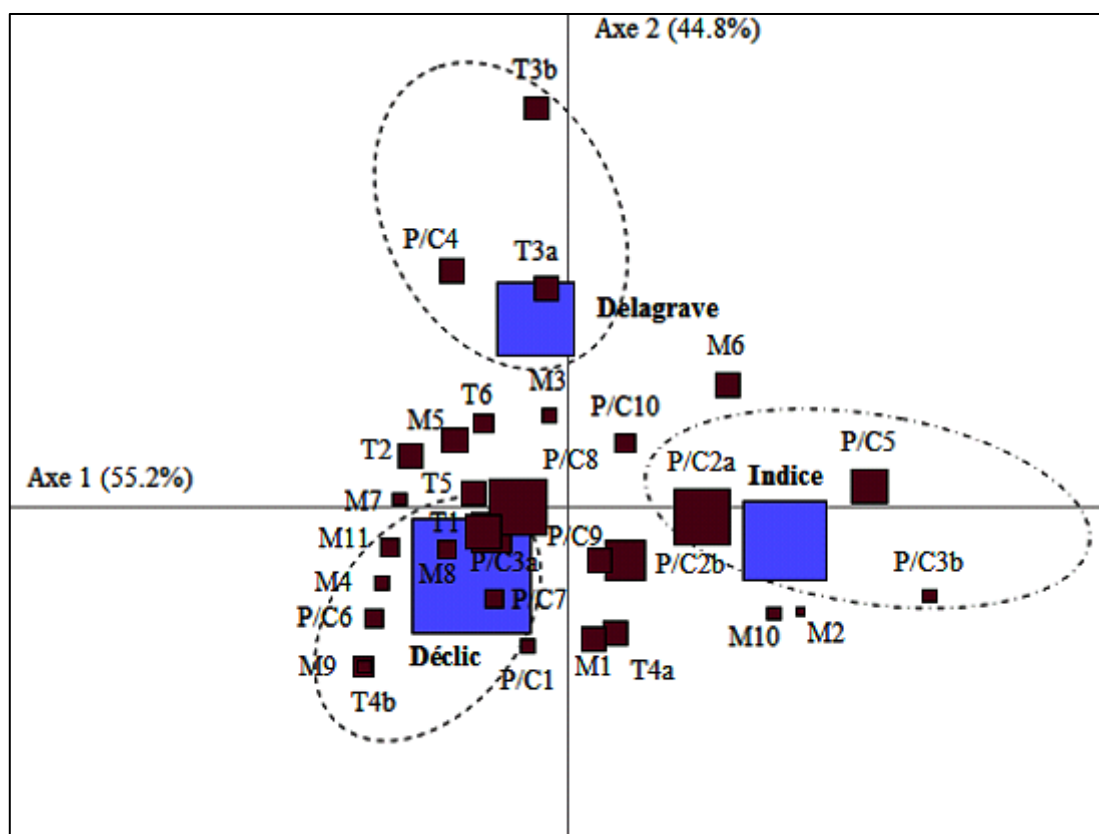


Figure 10. La carte factorielle des types de tâches

Sur la carte factorielle nous avons regroupé les tâches représentatives pour chaque manuel. Le manuel Delagrave est caractérisé clairement par la construction d'une formule-tableur. Particulièrement « une formule » pour un calcul sur le tableur (T3b) est très significative pour ce manuel. Une autre tâche importante dans Delagrave est la reconnaissance du type de croissance en papier/crayon (P/C4). Dans l'analyse des cours nous avons montré que ce manuel se focalisait sur la notion de croissance plus que sur la notion de suite. Cette approche apparaît donc clairement dans les tâches proposées.

Le manuel Indice se distingue des autres par les tâches en papier/crayon. La détermination d'une suite par la formule récurrente (P/C3b) et particulièrement l'étude portant sur la reconnaissance du type de suite (P/C5) sont deux types de tâches propres au manuel Indice. La carte factorielle des classes de types de tâches (Figure 9) nous a montré que les tâches relatives aux termes de la suite sont très significatives dans le manuel Indice. Nous constatons à l'aide de la carte factorielle que cette classe est marquée notamment par le type de tâche du calcul des premiers termes de la suite (P/C2a).

Quant au manuel Déclic, la carte factorielle nous indique une variété de type de tâches révélatrice. La création d'une feuille de calcul à partir d'une feuille présentée (T4b) est le type de tâche le plus déterminant pour ce manuel. Dans les deux environnements différents, les types de tâche P/C6 (reconnaître les variations), M4 (vérifier une formule) et M11 (vérifier un résultat) caractérisent

aussi le manuel de Déclic. L'étude de comparaison des suites (P/C7 et M8) est plus abordée par ce manuel. Le calcul de termes d'une suite sur le tableur (T1) et la détermination de la suite par la formule explicite (P/C3a) se placent vers l'origine ce qui nous empêche d'attribuer clairement ces tâches au manuel de Déclic. Cependant nous pouvons dire qu'elles sont plus présentes dans ce manuel que dans les deux autres.

Nous pouvons donc dire que les trois manuels représentent une diversité selon la place donnée au tableur dans les exercices/problèmes. Le manuel Déclic articule plus les tâches entre le papier/crayon et tableur, le manuel Delagrave se focalise sur un type de tâche sur tableur, notamment la construction d'une formule-tableur. Le manuel Indice privilégie toujours le travail en papier/crayon. L'utilisation du tableur n'est pas représentative dans ce manuel.

2.3. Un regard sur les techniques instrumentées existantes dans les manuels

Ici, nous allons essayer d'analyser les techniques explicitement décrites dans les manuels pour accomplir les tâches proposées. Pour cette étude, nous allons nous focaliser sur celles qui correspondent à l'environnement Tableur que nous appellerons techniques instrumentées.

Avant d'étudier les techniques instrumentées, précisons la place des techniques dans les activités mathématiques en nous appuyant sur l'approche anthropologique du didactique (Chevallard, 1999). Dans cette approche, les activités mathématiques sont considérées comme des pratiques sociales et les objets mathématiques sont des entités qui résultent des pratiques d'une institution donnée. Les pratiques sociales, en particulier les activités mathématiques peuvent être interprétées sous un modèle qui est appelé praxéologie ou organisation praxéologique. Cette organisation comporte quatre composants : le *type de tâche* dans lequel les objets mathématiques prennent sens, la *technique* est une 'manière d'accomplir' un type de tâche, la *technologie* est un discours sur la technique montrant en quoi la technique employée est adéquate et nécessaire et la *théorie* qui est le niveau supérieur de justification, discours sur la technologie, autrement dit une technologie de la technologie. Dans une institution didactique, l'avancement de la connaissance ne peut se faire sans routinisation de tâches et de techniques pour accomplir ces tâches. Comme le notent Bosch et Chevallard (1999), cette routinisation constitue une *naturalisation* des types de tâches et des techniques associées.

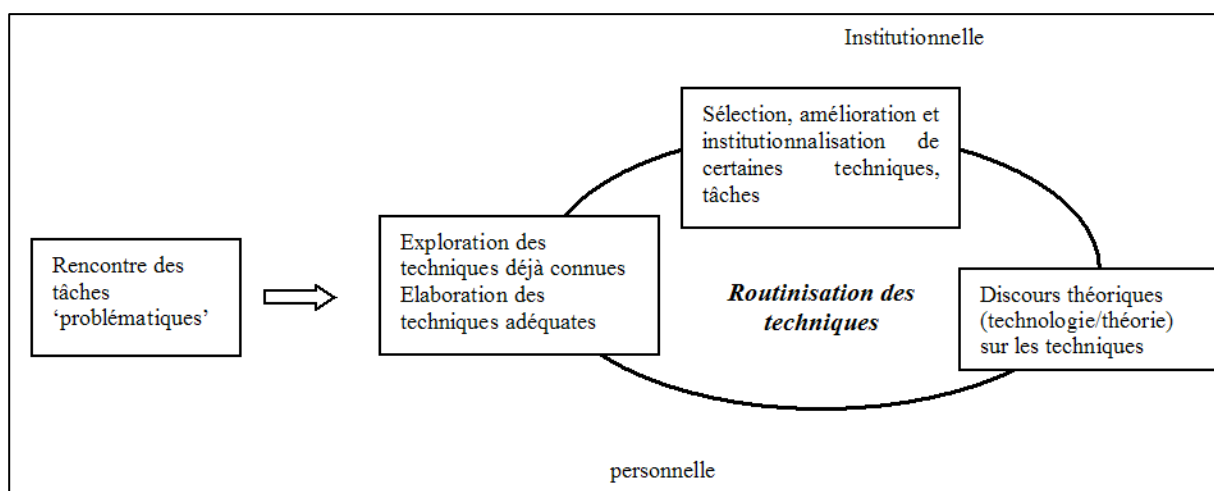


Figure 11*. Evolution des techniques dans une activité mathématique

De nouveaux apprentissages ont lieu lorsqu'une tâche apparaît comme problématique nécessitant ainsi la mise en place d'une nouvelle technique, soit par l'adaptation d'une technique ancienne, soit par la création d'une technique inédite. Le travail sur les techniques joue donc un rôle important dans la conceptualisation et le niveau des techniques est essentiel pour analyser l'aspect des technologies (Lagrange, 2000).

Dans un article de réflexion concernant la dialectique entre le travail technique et le travail conceptuel, Artigue (2002) précise que, dans l'enseignement, les techniques sont perçues et évaluées le plus souvent du point de vue de leur *valeur pragmatique* qui renvoie à l'aspect pratique et à leur productivité (efficacité, coût et domaine de validité). Cependant elles ont aussi une *valeur épistémique* qui dénote la contribution des techniques à la compréhension des objets qu'elles impliquent. L'auteur déduit des recherches réalisées²⁵ concernant l'intégration des outils informatiques dans l'enseignement en France que l'apparition des techniques instrumentées dans une institution modifie l'équilibre existant et implicite entre le travail technique et conceptuel en changeant les valences pragmatique et épistémique des techniques, ainsi qu'en introduisant des nouveaux besoins mathématiques du fait de la transposition informatique (Balacheff, 1994). Selon Artigue, la littérature concernant les environnements informatiques exploite surtout la potentialité pragmatique des techniques instrumentées pour développer les activités mathématiques, pour motiver des généralisations et aussi pour aborder les questions plus complexes. Ainsi, leur valeur épistémique n'est pas suffisamment étudiée. Elle révèle que la valeur pragmatique des techniques instrumentées est plus facile à saisir que leur valeur épistémique car ces techniques sont développées précisément pour leur efficacité dans une tâche donnée. En revanche, en papier/crayon, les techniques imposent souvent une résolution 'pas à pas' qui peut rendre plus visible leur valeur épistémique.

²⁵ Il s'agit des recherches réalisées par les équipes ERES (Montpellier), DIDIREM (Paris) et Equipe TICE (Rennes) depuis 1993.

* Figure 11 et 12 sont adaptées à partir de la présentation d'Artigue dans le séminaire DidaTech 2003

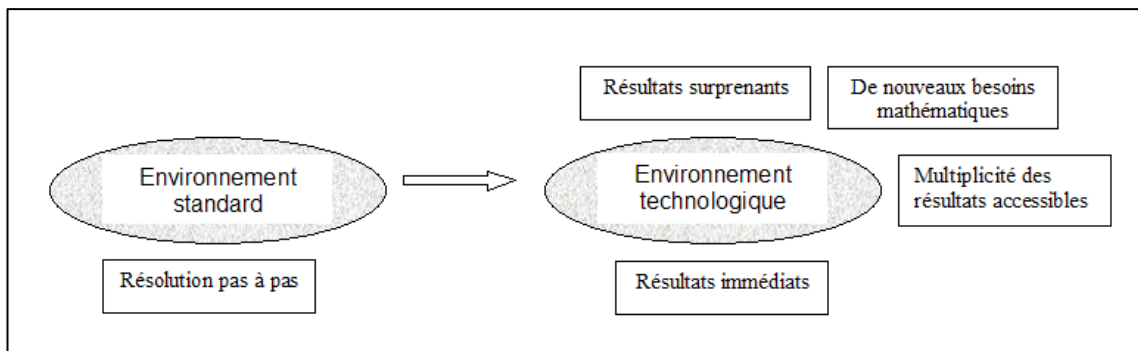


Figure 12*. La valeur épistémique du travail technique et des techniques instrumentées

Artigue précise que le statut institutionnel des techniques dépend des valeurs qui leur sont attribuées. Elle souligne que les institutions doivent préciser le statut des techniques instrumentées pour valoriser leur valeur épistémique dans les classes, la raison pour laquelle les enseignants ont du mal à exploiter les deux valeurs des techniques instrumentées en leur donnant un statut adéquat, tandis qu'elles tendent à orienter les élèves plutôt vers des potentielles pragmatiques des outils informatiques. Elle note aussi qu'une réflexion sur la valeur épistémique des différentes techniques instrumentées chez les enseignants peut être reconstruite par les situations et les tâches adéquates.

Cela nous conduit à chercher comment les manuels scolaires de la classe de 1^{ère} L situent les valeurs épistémique et pragmatique des techniques instrumentées. À cet effet, nous allons d'abord dégager les techniques instrumentées précisées dans les manuels.

Tâche : Calculer les termes d'une suite (T1)

Le manuel Déclic qui est caractérisé par ce type de tâches par rapport aux deux autres manuels (cf. récapitulation des analyses de trois manuels), précise des techniques instrumentées pour le calcul de termes d'une suite arithmétique et géométrique.

Pour une suite arithmétique : Deux techniques instrumentées pour deux situations différentes sont présentées:

1. Cas où l'on connaît les deux premiers termes : On écrit les deux premiers termes dans deux cellules consécutives, on sélectionne ces deux cellules (croix

blanche) et on tire à l'aide de la croix noire en bas à droite. (Figure 13)

2. Cas où l'on connaît le terme initial et l'accroissement constant (la raison) : On écrit l'accroissement constant a dans une cellule (ici A1). En B4, on écrit la formule de récurrence et on tire cette formule pour obtenir tous les termes de la suite. ($=B3+\$A\1 , on voit cette formule sur la feuille de calcul donnée, voir Figure 14 ²⁶) Manuel de Déclic, p.132

	A	B	C
1	n	u(n)	v(n)
2		0	15
3		1	18
4		2	

Figure 13. Calcul des termes d'une suite arithmétique par le recopie incrémentée

	A	B	C
1	3	a: accroissement	
2	n	u(n)	v(n)
3		0	100
4		1	103
5		2	
6		3	

Figure 14. Calcul des termes d'une suite arithmétique par une formule

On peut schématiser et nommer des techniques instrumentées comme suivantes :

²⁶ C'est nous qui l'écrivons

Tâche	Techniques instrumentées	Gestes sur tableur
Calculer les termes d'une suite arithmétique	<p><u>Technique-incrémentée</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • organisation de la feuille de calcul • utilisation de la fonction de recopie incrémentée 	<ul style="list-style-type: none"> – nommer les colonnes/lignes pour les indices et les termes de la suite – entrer les indices – entrer deux premiers termes de la suite – recopier
	<p><u>Technique-récurrente</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Organisation de la feuille de calcul • Construction d'une formule-tableur récurrente • Utilisation de la fonction de recopie 	<ul style="list-style-type: none"> – nommer les colonnes/lignes pour les indices et les termes de la suite – entrer les indices – entrer la raison de la suite dans une cellule – entrer une formule où on ajoute la raison au terme précédent et où on utilise une référence absolue pour la raison – recopier

Pour une suite géométrique : La technique-récurrente est favorisée dans le calcul de termes d'une suite géométrique. Autrement dit, il s'agit d'écrire la formule récurrente de la suite géométrique ($=B3*\$D\1 , cf. Figure 15) et de recopier cette formule.

Dans le cas d'une suite géométrique, cette technique repose sur une reconnaissance du coefficient multiplicateur : « *pour obtenir les termes d'une suite géométrique, le plus simple est de connaître le coefficient multiplicateur CM, et de l'appliquer au fur et à mesure* ».

	A	B	C	D
1	taux en %	5	CM	1,05
2	rang	terme		
3	0	100	terme initial	
4	1	105	terme précédent x CM	
5	2			
6	3			

Figure 15. Calcul des termes d'une suite géométrique par une formule

Tâche	Techniques instrumentées	Gestes sur tableur
Calculer les termes d'une suite géométrique	<p><u>Technique-récurrente</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Organisation de la feuille de calcul • Construction d'une formule-tableur récurrente • Utilisation de la fonction de recopie 	<ul style="list-style-type: none"> – nommer les colonnes/lignes pour les indices et les termes de la suite – entrer les indices – entrer le coefficient multiplicateur dans une cellule – entrer une formule où on multiplie le terme précédent par le coefficient multiplicateur et où on utilise une référence absolue pour le coefficient multiplicateur – recopier

Dans les deux autres manuels (Indice et Delagrave), aucune technique n'est précisée. Cependant à partir des données dans les tâches proposées, nous constatons que l'application de la formule de récurrence d'une suite sur tableur est présentée comme une technique essentielle. L'application de la formule explicite est uniquement donnée dans le manuel Déclic en tant que tâche pour une suite géométrique (par exemple pour la suite présentée ci-dessus, il est demandé d'expliquer cette formule-tableur $=B\$3*\$D\$1^A4$). Pourtant il s'agit bien d'une autre technique pour le calcul de termes d'une suite.

Cela nous conduit à penser à la nature de ces deux types de formules sur tableur. Regardons la construction de ces formules au niveau mathématique avant de passer au niveau tableur. Pour une formule récurrente, les élèves doivent reconnaître la relation entre deux termes consécutifs. Cependant, pour une formule explicite, il ne suffit pas de reconnaître cette relation mais ils doivent généraliser la détermination de la suite.

Dans une première étape, l'édition de ces formules sur tableur met en avant l'aspect algébrique des formules plutôt que l'aspect « fonctionnel ». Lors de l'algébrisation de la relation entre deux termes consécutifs d'une suite sur tableur, les objets algébriques habituels en papier/crayon et de nouveaux objets interviennent (variable, formule, etc.). Haspekian (2005) étudie, dans le cadre d'une approche instrumentale, ces objets algébriques qui résultent de la potentialité du tableur. En s'appuyant sur les travaux d'Ainley (1999) et de Capponi (1999) qui montrent l'ambiguïté de la référence cellule et de la variable, elle définit la variable sur tableur par les objets de 'variable -cellule' et 'variable -colonne' du tableur. Le tableau ci-dessus montre la manière dont Haspekian caractérise ces deux nouveaux objets :

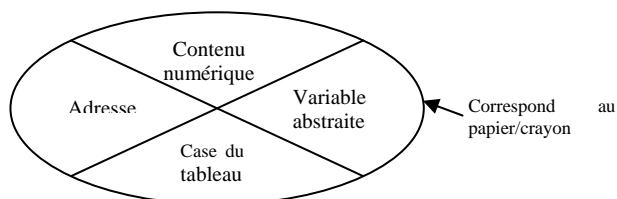


Figure 16. Objet 'variable-cellule' du tableur, Haspekian(2005)

<i>Variable-cellule</i>	<i>Variable -colonne</i>
<ul style="list-style-type: none"> • La variable- cellule est, par rapport à la variable en papier crayon, <ul style="list-style-type: none"> - Concrétisée/ numérisée - Matérialisée - Localisable (possède une adresse) et localisée (se confond avec son adresse) • Son écriture symbolique est plus complexe • Enfin, rappelons que, selon Capponi (1999-2000), le geste lié à son écriture peut correspondre à une intention d'écrire un nombre et non un symbole, de traiter une valeur et non une variable (en « cliquant » sur la valeur numérique avec la souris) Par ailleurs, en mode LC du tableur, l'écriture même de cette variable n'est plus unique, contrairement au papier-crayon : L(1)C(1), L(-1)C(-1), L1C2 et L2C1 peuvent désigner, dans plusieurs formules, la même variable-cellule 	<p>La variable-colonne est une variable-cellule qu'on a « multipliée ». Cette multiplication porte sur la cellule et se réalise par la donnée de nouvelles valeurs aux cellules arguments pour faire la recopie de la formule, puis par la réactualisation des résultats après recopie. La variable-colonne existe donc par les gestes liés à l'instrument (recopie et réactualisation) mais non dans les formules.</p> <p>La variable colonne est donc :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concrétisée/ numérisée • Matérialisée • Mais ne se localise pas dans la formule (sauf à travers le geste de recopie) <p>Elle n'a pas de représentation symbolique dans la formule.</p>

En ce qui nous concerne, l'édition d'une formule récurrente est plus facile que celle d'une formule explicite. Dans le premier cas, la détermination de la relation entre deux termes consécutifs sur tableur mobilise deux variables cellules dont une est le terme précédent dans la même colonne. La formule-tableur n'est donc pas compliquée pour les élèves. Cependant, pour une formule explicite, il faut d'abord généraliser la définition de la suite dans la formule tableur, ensuite voir que trois variables cellules interviennent dans la formule dont une qui correspond aux indices et devient une variable-colonne.

Un geste essentiel sur tableur apparaît comme un point commun aux techniques instrumentées présentées ci-dessus. C'est de recopier, notamment la *poignée de recopie*. Ce geste est indiqué dans les tâches en utilisant le verbe 'tirer' comme : 'Parmi les formules proposées, laquelle écrire en cellule B3 pour obtenir tous les termes de la suite en tirant²⁷'.

La valeur pragmatique des techniques s'appuie sur ce geste : en recopiant la formule, il permet de réaliser d'une seule fois plusieurs calculs et d'éviter de remplir les cellules une par une. Quant à la valeur épistémique de ce geste, il permet de voir les changements de valeurs, aussi grandes ou aussi petites que l'on veut. Les élèves peuvent donc observer les variations.

Certains connaissances informatiques favorisent la valeur pragmatique des techniques. L'utilisation d'une référence absolue dans une formule pour la raison des suites au lieu des valeurs numériques

²⁷ C'est nous qui soulignons

permet d'utiliser la feuille de calcul construite pour le même type de situations par l'actualisation automatique d'une feuille de calcul.

Quant à la valeur épistémique des techniques, la notion de récurrence est mise en avant dans ces techniques. La technique-explicite dans laquelle le calcul de termes est réalisé à partir d'une formule explicite d'une suite, pourrait favoriser l'aspect 'fonctionnel' d'une suite (par ex : relation entre la colonne d'indice et la colonne de termes, $u_n = u(n)$)

Tâche : Calculer la somme (T2)

Pour le calcul de la somme des termes, une seule technique apparaît dans les exercices/problèmes. C'est de créer une colonne par une formule où dans chaque ligne le nouveau versement s'ajoute à la somme précédente. Il s'agit donc d'une formule récurrente de la somme des versements.

Le manuel Déclic, dans la partie relative à l'initiation au tableur, présente la fonction SOMME du tableur. Il n'existe pourtant aucune remarque, ni rappel concernant l'utilisation de cette fonction automatique du tableur pour réaliser cette tâche.

Tâche	Techniques instrumentées	Gestes sur tableur
Calculer la somme des termes d'une suite	<p><u>Technique-somme récurrente</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Organisation de la feuille de calcul • Construction d'une formule-tableur récurrente • Utilisation de la fonction de recopie 	<p>- nommer les colonnes/lignes pour la somme</p> <p>- entrer une formule où on ajoute au fur à mesure chaque terme à la somme des termes précédents</p> <p>-recopier</p>

Ici, nous constatons que le manuel favorise une technique instrumentée qui met en avant sa valeur épistémique. La technique dont la valeur pragmatique est plus forte (utilisation de la fonction SOMME), n'est pas présentée dans le manuel.

Tâche : Représenter graphiquement une suite (T6)

Dans l'analyse des types de tâches, nous avons constaté que malgré la potentialité graphique du tableur, ce type de tâche n'était pas très présent dans les manuels. Le manuel Déclic précise les étapes à suivre sur l'assistant graphique pour le premier exercice/problème, en demandant la représentation graphique d'une suite. Il s'agit d'une suite géométrique avec la raison 2 et le terme initial 1 ($u_{n+1} = 2 * u_n$) (cf. exemple de T6)

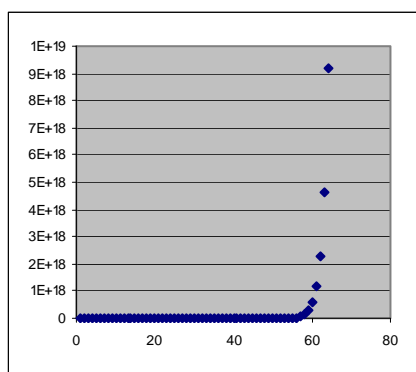


Figure 18. $u_{n+1} = 2 \times u_n$
en échelle linéaire

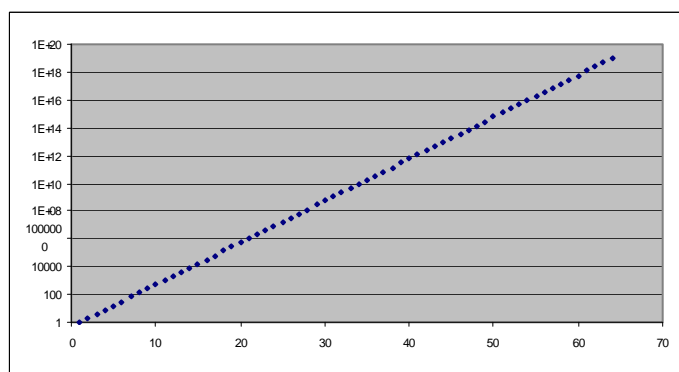


Figure 17. $u_{n+1} = 2 \times u_n$
L'axe Y en échelle logarithmique

Dans la première étape, la suite est visualisée en échelle linéaire (Figure 17). Comme le changement de valeurs entre les termes de cette suite est assez grand, l'échelle linéaire où les très petites valeurs sont insaisissables, est mal adaptée. Elle n'affiche pas correctement tous les termes de la suite. Dans la deuxième étape, l'échelle logarithmique qui permet de 'dilater' les faibles et les fortes valeurs, est donc activée seulement pour les ordonnées (Figure 18).

À la fin de l'indication donnée, on obtient une représentation graphique où la courbe apparaît comme linéaire. Pourtant, il s'agissait bien d'une suite géométrique, le tableur devait donc représenter une courbe exponentielle. On devrait aussi appliquer le changement d'échelle sur les abscisses. Dans ce cas, le tableur affiche une courbe exponentielle. (Figure 19)

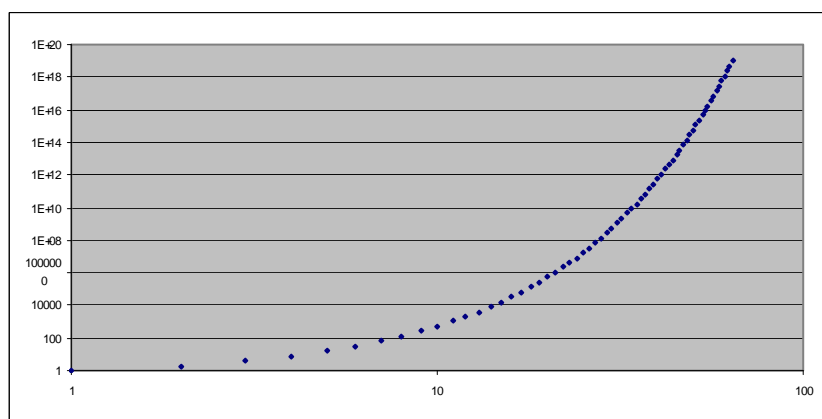


Figure 19. $u_{n+1} = 2 \times u_n$, Les deux axes en échelle logarithmique

Pour les élèves qui exploitent la première fois l'assistant graphique du tableur pour la représentation graphique d'une suite, le changement de format des axes n'est pas évident. Cette application nécessite une instrumentation. La technique donnée par le manuel n'est pas complète pour obtenir une bonne réponse comme nous avons montré ci-dessus. Il nous semble que très peu d'élèves

peuvent arriver à interpréter cette question. Le problème d’affichage des graphiques dans la bonne fenêtre est déjà évoqué par plusieurs recherches réalisées sur l’usage de la calculatrice graphique. Elles montrent en particulier comment le travail des élèves peut être bloqué par les mauvais affichages.

Dans le manuel Delagrave, nous ne trouvons pas de présentation ni d’explication concernant la représentation graphique sur tableur. Le manuel se contente de préciser le type de graphique ‘nuage des points’ à choisir.

III. Conclusion

La lecture des programmes de différents classe de lycée nous a permis de montrer la vision spécifique de l’enseignement des suites en classe de 1^{ère} L par rapport aux autres sections. Dans cette classe, la notion de suite est abordée dans le contexte culturel ou historique. Ainsi, elle est présentée comme un moyen de « modéliser » les types de croissances pour comprendre certains phénomènes (l’accroissement ou la diminution d’une population, l’évolution d’un capital placé à intérêts, etc.). Dans les autres sections, la notion de suite introduite par une approche plus mathématique avec une définition plutôt formelle relative à la notion de fonction, où les calculs sur l’expression algébrique sont explicites.

En classe de 1^{ère} L, l’utilisation du tableur est incitée pour générer des valeurs des suites à partir de la définition par récurrence et pour les représenter graphiquement. Cette utilisation apparaît comme la compensation de l’absence d’éléments théoriques dans le contenu mathématique de cette classe. Cependant dans les autres sections le tableur est plutôt utilisé pour l’illustration au début de l’étude de la notion.

Tall (1997) fait une schématisation d’approches possibles pour l’étude des concepts de l’analyse à trois niveaux (Figure 18). Le premier niveau ‘real-world calculus’ consiste dans une approche ‘enactive’ dans laquelle les notions prennent un sens par les activités humaines (par

ANALYSIS	<i>formal</i>		Mathematical analysis
THEORITICAL CALCULUS	<i>Graphic</i>	<i>Symbolic Numeric</i>	Elementary calculus
REAL-WORD CALCULUS	<i>Enactive</i>		

exemple les élèves ont déjà un sens de la vitesse de leur expérience de la vie quotidienne). Selon Tall ce premier niveau construit une base intuitive pour le deuxième niveau ‘theoretical calculus’. Ce deuxième niveau est établi par les approches numériques, symboliques et visuelles. Le dernier niveau ‘analysis’ constitue une approche formelle plus élevée. Selon notre analyse, nous constatons qu’en classe de 1^{ère} L, le contenu mathématique reste plus proche du niveau ‘enactive’ et le tableur compense l’absence de représentations ‘directement’ calculables. Dans les classes de 1^{ère} S et Terminale S (et partiellement en ES) ce qui est en jeu c’est la transition du niveau ‘enactive’ au niveau ‘theoretical calculus’ en

Figure 20. représentation en analyse selon Tall

appliquant toutes les approches de ce niveau. Le tableur est incité par le programme pour réaliser ce passage.

Le tableur prend aussi une place dans la classe de 1^{ère} L conformément aux objectifs généraux dans l'enseignement des mathématiques. Il s'agit d'une formation informatique de base pour les élèves en leur faisant acquérir les connaissances initiales d'un logiciel bureautique plus répandu.

Dans le programme d'accompagnement, les exigences institutionnelles concernant l'acquisition des élèves pour l'utilisation du tableur sont considérées comme 'très modeste' par rapport aux autres sections. Malgré une utilisation systématique demandée, les tâches des enseignants sont considérées comme triviales. Les rédacteurs du programme estiment que les enseignants peuvent vite acquérir la maîtrise nécessaire à l'usage visé du tableur dans cette section : « [...] en première L, les exigences du programme en matière informatique sont modestes, un entraînement relativement rapide de chaque enseignant devrait lui permettre de remplir son contrat. »

L'analyse de manuels nous montre une diversité d'approches dans l'interprétation et dans l'application du programme concernant l'utilisation du tableur ainsi que dans la façon d'aborder les notions de suite et de croissance :

- dominance des activités en papier/crayon et quelques exercices/problèmes sur tableur (très peu de changement par rapport à l'ancien programme)
- dominance des activités en papier/crayon dans le manuel mais un dispositif secondaire sur Internet et sur CD proposant des activités sur tableur
- récapitulation des activités en papier/crayon et sur tableur

CHAPITRE 3
Méthodologie de la recherche

I. Une observation « naturaliste »

Pour répondre à notre problématique, la méthodologie de l'observation choisie doit prendre en compte le fonctionnement réel de la classe. Notre recherche porte donc sur le déroulement habituel des séances. C'est pourquoi, nous n'intervenons pas dans la mise en œuvre du projet du professeur ni dans le processus de préparation de ce projet, ce qu'il convient de nommer comme une observation « naturaliste »²⁸.

Nous avons rencontré des enseignants et leur avons présenté notre recherche et demandé de nous recevoir dans leurs classes afin d'y mener nos observations. Lors de la première entrevue, il a été décidé que les enseignants nous invitent dans leurs classes quand ils vont commencer à étudier le sujet mathématique -les suites- auquel nous nous intéressons.

Les enseignants observés

Nous avons choisi deux enseignants ayant une bonne expérience professionnelle, mais présentant des profils assez différents. Les deux professeurs observés possèdent une trentaine d'années d'expérience dans le métier. Le premier professeur a déjà enseigné en classe de 1^{ère} L avant le changement du programme et il enseignait au moment de nos observations pour la première fois avec ce nouveau programme. Le deuxième professeur enseigne dans cette section depuis le changement du programme.

Les rapports des professeurs aux outils informatiques se différencient également. Le premier enseignant n'a aucune expérience sur l'utilisation des TIC dans l'enseignement. Le deuxième participe depuis une dizaine d'année aux travaux de l'IREM sur les TICE et elle a beaucoup d'expérience pour l'utilisation des outils informatiques dans l'enseignement. Nous allons donc nommer les enseignants selon leur rapport aux TICE.

²⁸ suivant la terminologie utilisée par Coulange, L. (2000), *Etude des pratiques du professeur du double point de vue écologique et économique. Cas de l'enseignement des systèmes d'équations et de la mise en équations et de la mise en équation en classe de troisième*, Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble

Les deux professeurs enseignent dans deux établissements de profil différent : le lycée du premier professeur est situé dans un arrondissement de Paris et celui de l'autre est situé dans une banlieue sud de Paris.

Les séances observées

Nous avons choisi comme sujet mathématique la notion de suite. Selon le programme officiel, cette notion doit être abordée dans un chapitre nommé 'type de croissances'. Ceci nous a conduit à observer les séances portant aussi bien sur la notion de croissance que sur la notion de suite.

Le recueil de données

Les observations ont été réalisées environ pendant trois mois. Elles ont débuté au début de janvier 2003 et ont duré à peu près jusqu'à la fin du mois de mars. Les séances ont été enregistrées à l'aide d'un micro-cravate relié à un magnétophone porté sur l'enseignant pour conserver sa mobilité habituelle et pour accéder aux échanges entre l'enseignant et les élèves. Nous avons filmé aussi les séances et particulièrement les écrans des ordinateurs à l'aide d'un caméscope numérique pour mieux comprendre les échanges entre l'enseignant et les élèves en suivant les actions sur l'ordinateur. Nous avons complété notre recueil avec des données sur le travail des élèves comme nous le préciserons dans le dernier paragraphe.

Nous avons eu un entretien avec les deux enseignants. Nous leur avons posé des questions sur les aspects généraux de leurs classes, sur leur formation, sur l'enseignement en classe de 1^{ère} L, sur leurs points de vue relatifs à l'utilisation des TICE, etc. Au début des observations, nous avions comme projet de faire de petites interviews avant chaque séance pour nous rendre compte du projet du professeur, mais nous avons remarqué que c'était une tâche très difficile à réaliser en raison de l'intensité de l'emploi de temps des enseignants et du fait que nous disposions de très peu de temps entre deux cours des enseignants. Finalement nous avons essayé d'avoir des échanges avant et après le cours mais il faut noter que le contenu de ces échanges varie notablement d'une séance à l'autre et d'un enseignant à l'autre.

Il nous semble qu'il n'est pas possible d'étudier les pratiques du professeur sans prendre en compte le travail des élèves. Les pratiques des enseignants ont un effet sur le travail des élèves et réciproquement, ce dernier peut influencer les pratiques des enseignants. Nous avons donc suivi le travail des élèves dans la limite du possible : nous avons enregistré tous les fichiers des élèves sur l'ordinateur dans une classe. Nous avons eu aussi des copies de l'épreuve d'entraînement au baccalauréat des élèves de la même classe. Nous n'avons pas eu la même possibilité pour l'autre classe.

II. Les choix relatifs à l'analyse de données

Le choix des séances à analyser et l'organisation des chapitres

Selon notre objectif d'observation, nous avons observé toutes les séances concernant la notion de suite et de croissance. Tout en respectant les choix faits par les enseignants concernant l'utilisation du tableur et l'étude des notions en question.

Pour l'analyse des séances, nous avons choisi de privilégier conformément à notre objet d'étude, les séances dans lesquelles le tableur est utilisé. Pour les autres séances, nous allons nous contenter donner rapidement leur déroulement pour garder la cohérence de l'ensemble de l'enseignement de la notion de la suite et de croissance.

Pour l'organisation des analyses, nous avons choisi de consacrer un chapitre à l'enseignement de chaque enseignant. Dans ces chapitres, les séances sont présentées dans l'ordre chronologique.

Un chapitre est ensuite consacré à l'analyse des pratiques d'évaluation d'un des enseignants observés. Cette analyse est effectuée à partir des sujets de plusieurs épreuves d'entraînement au baccalauréat, appuyée par les copies des élèves relatives à ces épreuves.

Analyses des séances

Nous avons enregistré et filmé toutes les séances observées (sauf quelques-unes à cause des problèmes techniques). Nous les avons d'abord transcrites à partir des enregistrements audio. Ensuite, nous avons repris ces transcriptions à partir des enregistrements vidéo pour préciser les gestes, notamment ceux qui concernent l'utilisation du tableur et pour identifier les acteurs des dialogues. Dans la partie de la présentation de la séance à analyser, nous précisons sur un schéma le placement des élèves en indiquant leur nom. Ce dispositif nous permet de visualiser les positions des enseignants en salle, en suivant les dialogues.

Nous organisons l'analyse des séances en trois parties :

- analyse des exercices proposés
- découpage du déroulement de la séance en phases et analyse locale de chaque phase
- analyse globale de la séance avec deux composantes :
 - les techniques /gestes attendus et apparus sur tableur (analyse qualitative)
 - les interventions de l'enseignant (analyse quantitative)

Analyse des exercices proposés

L'analyse de chaque séance commence par une analyse des exercices proposés. Cette analyse comporte une présentation de la fiche de travail avec son objectif, les résolutions possibles pour les élèves et l'utilisation possible du tableur.

Découpage du déroulement de la séance en phases et analyse locale de chaque phase

Nous découpons une séance en phases. La présentation du déroulement se fait selon ce découpage ainsi que l'analyse locale des phases.

Chaque phase présente en général une tâche effective des élèves. Les séances d'un professeur nous ont permis de suivre le travail d'un élève lors de chaque séance. L'analyse locale des phases de ces séances est alors organisée autour des enregistrements vidéo du travail de l'élève observé.

Analyse globale de la séance à travers deux composantes

La dernière étape de notre analyse consiste dans une analyse globale qui est menée à partir de l'analyse locale de la séance par phases. Nous réalisons cette analyse globale par deux composantes dont l'une est plutôt qualitative tandis que l'autre est plutôt quantitative :

- **Les techniques /gestes attendus et apparus sur tableur (analyse qualitative)**

Pour cette composante, nous précisons d'abord les tâches effectives des élèves dans la séance. Nous les indiquons selon la classification des types de tâches définis pour notre analyse des manuels dans le chapitre 2.

Ensuite nous nous focalisons sur celles qui ont été réalisées sur tableur. Relativement aux tâches effectives sur tableur, nous étudions les techniques et les gestes qui sont mis en œuvre par les élèves et les attentes de l'enseignant par rapport à ceux-ci.

- **Les interventions de l'enseignant (analyse quantitative)**

Pour cette composante, nous proposons une analyse des pratiques en environnement technologique en procédant à une classification et à une analyse des échanges de l'enseignants avec les élèves lors des séances avec tableur.

Notre classification se compose de trois axes :

- ♦ *interventions informatiques* : toutes les interventions relatives aux outils informatiques
- ♦ *interventions didactiques/mathématiques* : toutes les interventions relatives aux stratégies de l'enseignement et aux contenus mathématiques
- ♦ *interventions pédagogiques* : toutes les interventions relatives à la gestion de la classe.

Chaque axe est organisé en fonctions des types d'intervention :

- ♦ *Interventions informatiques*

- Aide informatique générale concerne le système ou l'ordinateur (enregistrement de fichier, ouvrir la session etc.)

- Aide sur le tableur concerne directement le mode d'utilisation du tableur (recopie les cellules, cherche un bouton de barre d'outil, avoir la référence absolue, etc.)
- Indication technique concerne les propositions d'utilisation d'une fonction du tableur (ex. : la fonction recopie du tableur) -
- Explication informatique concerne des explications sur le fonctionnement du tableur (ex.: différence entre la référence absolue et relative)

♦ *Intervention didactique/mathématique*

- Explication mathématique concerne l'aspect mathématique des questions (faire comprendre l'énoncé, expliquer une notion mathématique : pourcentage, coefficient multiplicatif, etc.
- Indication stratégique concerne les propositions, les remarques pour la suite du travail des élèves
- Validation du travail concerne toutes les validations faites par l'enseignant sur le travail des élèves (calculs, formulation, propositions d'élèves, etc.).

Après le premier dépouillement des interventions, nous avons constaté une prédominance de ce type d'interventions dans certaines séances et aussi une diversité de la nature de ces validations. Ceux-ci nous conduisent à classer ce type d'interventions. Nous distinguons 4 types de validation

Type I. Les élèves appellent l'enseignant pour montrer ce qu'ils font ou pour expliquer leurs idées. Il répond directement à la question avec juste «oui»/ « non » ou bien «c'est bon »/ «ce n'est pas bon».

Type II. il s'agit du Type I au départ, mais après avoir confirmé, l'enseignant pose une question ou fait une remarque pour la suite du travail.

Type III. L'enseignant intervient lui-même en regardant sur l'écran et elle montre ce qui est bon et/ou ce qui n'est pas bon.

Type IV. Les élèves appellent l'enseignant quand ils sont bloqués dans leur travail. Dans ce cas, il contrôle et vérifie une partie de leur travail.

♦ *Intervention pédagogique*

- Prise d'information sur le travail concerne les questions ou les remarques de l'enseignant pour comprendre où en est l'élève dans son travail sans donner un jugement.
- Mise au travail concerne l'organisation de la séance (distribution des fiches de travail aux élèves, installation des élèves devant les postes d'ordinateur, indications relatives aux exercices à faire etc.)

- Rappel au travail concerne l'avertissement fait par l'enseignant pour remettre les élèves au travail (rappel du BAC, du contrôle, interrogation directe sur le travail poursuivi etc.)

Nous allons maintenant nous attaquer, avec ces outils, à l'analyse des séances d'enseignement effectives.

CHAPITRE 4
Analyse des pratiques de
Mme P_{SCEP}

Dans ce chapitre, nous allons analyser les pratiques d'un enseignant que nous avons nommé Mme P_{SCEP}. Nous avons expliqué dans le chapitre de méthodologie que nous avons nommé les enseignants en relation avec leur rapport aux TICE. Il s'agit ici d'un professeur qui ne s'est pas portée volontaire pour enseigner en classe de Premier Littéraire (1^{ère} L). Elle n'est pas, a priori, intéressée par l'usage des TICE et n'y est confrontée que parce qu'elle a dû accepter un enseignement en classe de 1^{ère} L. Elle prend en compte l'incitation officielle et reconnaît certains avantages aux TICE, mais elle pense que les inconvénients l'emportent sur ces avantages. Nous considérons donc que son rapport aux outils informatiques est marqué par le « scepticisme » et nous l'appellerons Mme P_{SCEP}²⁹.

I. Présentation générale de l'observation

Cette observation a eu lieu entre le 20.01.2003 et le 6.02.2003, dans un lycée de 3^{ème} arrondissement de Paris (Tableau 20). Cet établissement dispose de nombreuses salles informatiques mais elles sont réservées en priorité aux enseignements professionnels. Mme P_{SCEP} a seulement la possibilité d'utiliser deux heures par semaine une salle informatique pour sa classe de 1^{ère} L.

La classe observée est une classe de 33 élèves dont 26 filles. Mme P_{SCEP} enseigne dans cette classe deux heures par semaine, une heure (le lundi) avec la classe entière comme le cours habituel et une heure (le jeudi) avec la demi-classe en salle informatique en travail individuel.

Nous avons suivi six séances dont trois en salle informatique, trois en salle de cours (sans ordinateur), portant sur le chapitre « suites ». Pendant les séances en salle informatique, nous avons filmé l'écran de l'ordinateur comme élément d'observation du travail d'un élève.

Avant notre observation, les élèves avaient déjà travaillé sur tableur pour différents chapitres (dénombrement, représentations graphiques...). Ils n'ont pas eu de séance spécifique de

²⁹Au sens commun de « Incrédulité ou manque de confiance à l'égard de la réussite d'une entreprise, de la possibilité d'un résultat..., » et non au sens d'une doctrine philosophique.

présentation du logiciel en début d'année. Ils rencontrent les fonctions du tableur au fur et à mesure de l'avancement de l'enseignement.

Fiche d'observation de Mme P _{SCEP}					
	Date	Sujet étudié	Groupe/ Lieu du travail	Outil informatique utilisé	Type d'enregistrement
1	20.01.2003 (lundi)	Suite numérique	Classe entière/ salle de cours	-	Vidéo/ Audio
2	23.01.2003 (jeudi)		Demi-classe/ salle informatique	Tableur	Vidéo/ Audio
3	27.01.2003 (lundi)	Suite arithmétique	Classe entière/ salle de cours	-	à cause de problème technique, seulement des notes
4	30.01.2003 (jeudi)		Demi-classe/ salle informatique	Tableur	Vidéo/ Audio
5	3.02.2003 (lundi)	Suite géométrique	Classe entière/ salle de cours	-	Audio
6	6.02.2003 (jeudi)		Demi-classe/ salle informatique	Tableur	Vidéo/ Audio

Tableau 20. Fiche d'observation de Mme P_{SCEP}

II. Présentation de Mme P_{SCEP}

Formation et expérience professionnelle

Mme P_{SCEP} est un professeur qui a une longue expérience dans l'enseignement (35 ans). Elle a une maîtrise de physique et le Certificat d'Aptitude au Professorat de l'Enseignement du Second Degré (CAPES) de mathématiques. L'année où nous avons réalisé notre observation, elle enseignait dans une classe de Brevet de Technicien Supérieur (BTS), une classe de Terminale Economique et Social (Ter ES), une classe de Seconde et une classe de Première Littéraire (1^{ère} L).

Mme P_{SCEP} a suivi un stage informatique il y a quinze ans sur MS-DOS, comportant une initiation au traitement de texte et au tableur. Elle serait favorable à un apprentissage dans la durée plutôt qu'à des stages ponctuels.

Contraintes matérielles pour l'utilisation des TICE

Elle pense que son établissement a suffisamment de salles informatiques. Cependant, des difficultés liées à la réservation des salles, le nombre d'élèves et l'absence de vidéo projecteur l'empêchent d'utiliser les TICE dans ses autres classes.

Sur le nouveau programme de la classe de 1^{ère} L

Mme P_{SCEP} enseigne pour la première fois en 1^{ère} L depuis le changement de programme en 2000-2001. Elle a enseigné le programme précédent il y a trois ans. Elle trouve que ce nouveau

programme n'est pas « passionnant ». Elle préférerait l'ancien programme qui, selon elle, permettait d'aborder les notions de façon plus « rigoureuse ».

Objectifs et apports de l'utilisation des TICE en classe de 1^{ère} L

Pour Mme P_{SCEP}, l'utilisation des TICE en 1^{ère} L vise à rendre les élèves capables d'utiliser un tableur. Il vise donc une formation générale plutôt que des apprentissages mathématiques. Mme P_{SCEP} n'envisage pas d'utiliser d'autres outils (calculatrice, géométrie dynamique...) pensant ainsi répondre aux exigences du programme.

Elle pense que les TICE changent la relation du professeur avec les élèves. Selon elle, les apports des TICE ne sont pas très concrets mais les élèves aiment bien. Elle déclare que les élèves posent beaucoup de questions, ils sont plus intéressés. Ils sont autonomes en salle informatique et elle les aide quand ils sont en panne. La facilité d'accès à l'Internet pendant le cours par les élèves est pour Mme P_{SCEP} un aspect négatif du travail en salle informatique, car elle ne peut pas bloquer cet accès.

Sur l'enseignement de la notion de suite

Selon elle, l'enseignement des suites demandé par le programme se limite aux suites arithmétiques et géométriques et porte principalement sur le calcul du terme de rang n . Elle ajoute aussi que malgré l'introduction du tableur, le contenu mathématique du nouveau programme ne diffère pas du précédent.

Profil de sa classe de 1^{ère} L

Cette année, elle n'est pas contente de sa classe de 1^{ère} L. Elle précise que les élèves ne sont pas seulement faibles en mathématique mais aussi en français. Pour elle cela vient d'une mauvaise orientation des élèves qui est elle-même une conséquence de la politique administrative scolaire.

III. Analyse des séances

Comme nous l'avons dit plus haut, les séances de Mme P_{SCEP} ont lieu une heure en salle de cours (sans ordinateur) et une heure en salle informatique. Pendant les séances en salle de cours, Mme P_{SCEP} n'utilise aucun outil informatique (ni tableur ni calculatrice). Le travail sur tableur durant l'heure en salle informatique porte sur les notions vues de façon 'théorique' en salle de cours. Il nous semble donc nécessaire de présenter les séances en salle de cours pour comprendre et analyser le travail en salle informatique. Nous présentons chaque séance dans l'ordre chronologique.

1. Première rencontre avec la notion de 'suite' en salle de cours (sans ordinateur)

La première séance sur la notion de suite a lieu en salle de cours. L'objectif de la séance pour Mme P_{SCEP} est de « donner des définitions concernant les suites ».

Mme P_{SCEP} commence la séance en annonçant l'étude d'un nouveau chapitre. Elle demande aux élèves de prendre leur cahier et d'y porter le titre du chapitre 'suites'. Elle fait d'abord un rappel sur l'ensemble des nombres entiers, puis elle définit une suite numérique comme *une liste ordonnée de nombres*. Mme P_{SCEP} aborde la notation indicielle d'une suite avec le premier exemple. Pour elle, cette notation n'est pas évidente pour les élèves et elle donne un deuxième exemple afin de souligner cette notation.

Ensuite, elle commence à dicter la définition du sens de variation d'une suite comme suit :

« Si chaque terme est supérieur à son prédécesseur (ce qui précède), on dit que la suite est croissante. Si chaque terme est inférieur à celui qui précède, on dit que la suite est décroissante ».

Elle continue son cours par la présentation des modes de génération d'une suite. D'abord elle donne « la suite définie par une fonction ». Elle souligne la différence entre la notation d'une suite et celle d'une fonction (utilisation de n au lieu de x). Elle donne un exemple et demande aux élèves de trouver les premiers termes. Il s'agit de la suite $u_n = n^2 - n$ pour laquelle elle demande de calculer u_1 , u_2 , u_3 et u_{10} . Elle invite une élève à venir au tableau pour faire cet exercice puis elle passe au deuxième mode de génération.

Le deuxième mode de génération d'une suite présenté est la définition par récurrence. Elle donne un exemple en précisant la procédure de calcul du premier terme d'une suite à partir du terme initial. Il s'agit de la suite $u_{n+1} = (u_n - 1) \times 2$. Après le calcul des premiers termes de cette suite dont tous les termes sont 2, elle écrit au tableau un deuxième exemple ($v_0 = 1$, $v_1 = v_0 \times 2 + 5$ donc v_2 , $v_3 = ?$) en demandant aux élèves de calculer les termes indiqués. Après quelques minutes, elle choisit un élève pour calculer ces deux termes au tableau. Pendant ce temps, elle se déplace dans les rangs en répondant aux questions des élèves.

Mme P_{SCEP} consacre les dernières minutes du cours à la correction d'un contrôle et à la distribution des copies.

La gestion de cette classe n'est pas facile pour Mme P_{SCEP}. Les élèves ne suivent pas le cours et Mme P_{SCEP} doit répéter plusieurs fois la même explication. Cependant nous avons remarqué que dans cette séance les élèves s'intéressaient plus au cours que lors d'une autre séance sur la représentation graphique à laquelle nous avons assistée quelques semaines auparavant. Après la séance, Mme P_{SCEP} confirme notre observation :

« oui, parce que c'était nouveau... parce que c'était nouveau complètement pour eux, ils ont l'impression d'apprendre quelque chose. Quand ce n'est pas nouveau... ».

Mme P_{SCEP} nous a précisé ensuite qu'elle n'était pas très à l'aise dans cette séance parce qu'elle avait oublié son document de préparation chez elle :

« J'ai eu un problème, j'avais tout oublié ce que j'ai préparé... tout, complètement j'avais rien ! J'ai tout laissé chez moi. C'est pour ça que je réfléchissais comment rédiger ça...j'ai oublié des trucs, j'avais dû réfléchir un peu sur l'expression et puis, je ne me rappelle plus ce qu'il fallait dire... c'était mieux rédigé surtout... et puis comme ils ne sont pas très sympas, je ne voulais pas leur dire que j'avais oublié »

2. Première séance en salle informatique concernant les suites

2.1. Présentation générale de la séance

Après la première rencontre avec la notion de suite dans la séance précédente en classe, c'est la première séance en salle informatique avec la demi-classe. Dans la conversation que nous avons eue à la fin de la séance précédente (trois jours avant cette séance), Mme P_{SCEP} avait dit qu'elle n'avait pas encore préparé son activité mais elle avait précisé son objectif :

« Je n'ai rien préparé encore. C'est de faire travailler sur l'ordinateur, faire calculer des suites sur tableur, le problème c'est que je n'ai pas fait la suite arithmétique encore ».

Mme P_{SCEP} choisit finalement des exercices extraits du manuel Déclic qu'elle n'utilise pas dans sa classe. Il s'agit des exercices qui ne nécessitent pas de connaître la nature d'une suite à étudier.

En salle informatique, chaque élève travaille individuellement sur son poste (Figure 21). L'installation des postes dans la salle permet aux élèves de dialoguer facilement entre eux. Par contre pour Mme P_{SCEP}, il n'est pas facile de suivre chaque élève dans cette disposition. Pendant la séance, elle passe d'un poste à un autre et prend en charge chaque élève individuellement en observant leur travail et parfois en répondant à la question d'un élève.

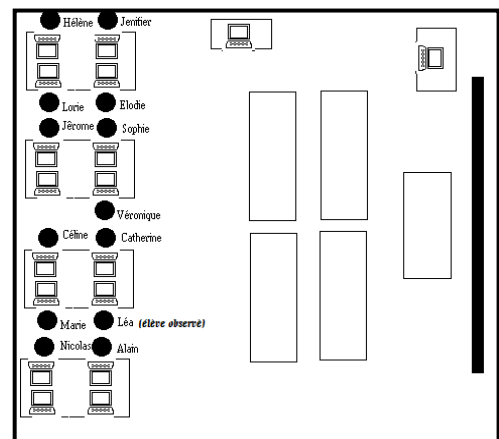


Figure 21. Placement des élèves en salle informatique pour la première séance

2.2. Analyse des exercices proposés

La fiche de travail proposée par Mme P_{SCEP} consiste en deux parties contenant chacune deux exercices. Nous analysons ici seulement la première partie qui contient les deux exercices sur lesquels les élèves travaillent pendant cette séance (Figure 22)

Partie I de la fiche de travail : « suite définie par récurrence »

TD1 Suite définie par récurrence

problématique Une suite est souvent donnée par un procédé qui fait appel aux termes précédents. Comment traduire ce procédé sur un tableur ?

1° Sabine vient de naître. Sa grand-mère dépose 100 € sur un compte bancaire et décide de verser à chacun de ses anniversaires 100 € auxquels elle ajoute le double de l'âge de Sabine, en euros.

a) Commencer la suite « à la main » :

à la naissance : $u_0 = 100$; à 1 an : $u_1 =$ à 2 ans : $u_2 =$ à 3 ans : $u_3 =$ à 4 ans : $u_4 =$ à 5 ans : $u_5 =$

b) Parmi les formules proposées, laquelle écrire en cellule B3 pour obtenir tous les termes de la suite en tirant :

$= B2 + 2 \times A3$ $= B2 + 2$ $= \$B\$2 + 2 \times A3$

Vérifier avec les calculs faits en a).

Donner le montant du versement effectué par la grand-mère de Sabine à ses 18 ans.

Écrire une formule permettant d'obtenir le montant du versement en fonction de l'âge n de Sabine.

$u_n = \dots$

c) Donner la formule à écrire en C3, et à tirer, pour obtenir à chaque anniversaire la somme totale des versements effectués depuis la naissance de Sabine : C3 =

Donner la somme totale dont pourra disposer Sabine le jour de ses 18 ans.

2° Deux colonies U et V d'insectes ont 1 000 individus au départ. Par la suite, la colonie U augmente de 100 individus par mois et la colonie V augmente de 6 % par mois.

a) Justifier les deux formules :

• $u_0 = 1\,000$ et $u_{n+1} = u_n + 100$; • $v_0 = 1\,000$ et $v_{n+1} = v_n \times 1,06$.

b) Adapter ces formules aux cellules du tableur ci-contre.

c) D'après le tableau des valeurs obtenu, donner le nombre d'insectes de chaque colonie au bout d'un an :

Remarque Un nombre d'insectes est un entier ! À l'aide du bouton $\frac{\cdot 100}{+,-,0}$ de la barre d'outils, arrondir à l'entier le plus proche.

d) À partir de quel mois la population V de la colonie a-t-elle doublé ? Justifier en donnant les deux calculs qui prouvent le résultat.

e) À partir de quel mois la colonie V a-t-elle dépassé la colonie U en individus ? Donner tous les calculs qui permettent de justifier.

	A	B	C
1	ans	versement	total
2	0	100	
3	1	=	
4	2		
5	3		
6	4		
7	5		
8	6		

	A	B	C
1	mois	U	V
2	0	1000	1000
3	1	=	
4	2		
5	3		
6	4		
7	5		
8	6		

Figure 22. Fiche de travail / Partie I. (extrait du manuel Déclic, page 128)

L'objectif énoncé par les auteurs du manuel pour ces exercices est de « traduire la définition d'une suite sur le tableur ». Dans la classe, cet objectif n'est pas affirmé explicitement par Mme P_{SCEP}.

Exercice 1. Cet exercice contient trois items (a, b et c) et chaque item propose plusieurs questions. Selon l'énoncé, pour calculer le versement, il faut additionner chaque année 100 au double de l'âge de Sabine. Il s'agit d'une suite arithmétique de terme initial 100 et de raison 2. C'est-à-dire $u_n = 100 + 2n$ (n âge de Sabine).

a) Cet item contient une seule question. Il s'agit du calcul des cinq premiers termes de la suite. Les termes demandés sont écrits en notation indicielle avec une indication des indices (par exemple

pour u_2 en disant à 2 ans). Dans la séance précédente, nous avons souligné que cette notation n'était pas 'évidente' pour tous les élèves qui la rencontraient pour la première fois. Comme le calcul est demandé à la main, les élèves peuvent calculer facilement ces termes à partir de l'énoncé sans avoir besoin d'une formule.

b) Cet item consiste en quatre questions. La première question porte sur les formules-tableur. Les élèves devront choisir parmi les trois propositions une formule-tableur pour obtenir tous les termes de la suite en la recopiant. L'énoncé ne précise cependant pas explicitement l'utilisation du tableur. Il s'agit donc d'un exercice en environnement mixte. Comme cet exercice est proposé en salle informatique, les élèves peuvent essayer chacune des formules proposées sur le tableur.

La première formule ($=B2+2 \times A3$) permet de calculer le premier terme de la suite (Figure 23). Mais, quand on la recopie vers le bas, les références relatives changent et dans la cellule suivante, la formule devient $=B3+2 \times A4$ (Figure 23bis), c'est-à-dire on ajoute le double de l'âge au versement précédent et pas au terme initial 100, ce qui ne correspond pas à la définition de la suite.

B3		fx =B2+2*A3	
	A	B	C
1	ans	versement	total
2		0	100
3	1	102	
4	2	106	
5	3	112	
6	4	120	
7	5	130	

5	3	=B4+2*A5
---	---	----------

Figure 23. Résultats affichés sur tableur avec la formule $=B2+2 \times A3$ **Figure 23 bis.** Formules cachées en B

Les deux dernières formules peuvent donner la bonne réponse en les recopiant vers le bas. La deuxième formule ($=B2+2$) est une formule récurrente où la raison 2 s'ajoute au terme précédent (Figure 24 et 24 bis). Cependant, comme la raison de la suite n'est pas explicite dans l'énoncé, il nous semble difficile, pour les élèves, de repérer cette formule comme celle qui correspond à l'énoncé. Par contre il est possible de la déduire du calcul fait à la main pour les cinq premiers termes dans la question précédente.

B3		fx =B2+2	
	A	B	
1	ans	versement	total
2		0	100
3	1	102	
4	2	104	
5	3	106	
6	4	108	
7	5	110	

	A	B
1	ans	versement
2	0	100
3	1	=B2+2
4	2	=B3+2
5	3	=B4+2

Figure 24. Résultats affichés sur tableur avec la formule $=B2+2$

Figure 24 bis. Formules cachées en B

La troisième formule ($=\$B\$2+2 \times A3$) est une formule explicite comportant une référence absolue, congruente avec la formulation en langage naturel de l'énoncé 5 (Figure 25 et 25 bis).

	B3		$=\$B\$2+2*A3$
	A	B	C
1	ans	versement	total
2		0	100
3		2	102
4		4	104
5		6	106
6		8	108
7		10	110
8		12	112

Figure 25. Résultats affichés sur tableur avec la formule $=\$B\$2+2x A3$

	A	B
1	ans	versement
2	0	100
3	1	$=\$B\$2+2*A3$
4	2	$=\$B\$2+2*A4$
5	3	$=\$B\$2+2*A5$

Figure 25 bis. Formules cachées en B

Dans la question, il est demandé de choisir une formule qui permet d'obtenir les termes de la suite. En fait, comme nous venons de le montrer, deux formules parmi celles qui sont proposées, une récurrente et une explicite, donnent la réponse en recopiant vers le bas. Cela peut conduire les élèves à ne pas essayer la troisième formule après avoir obtenu une bonne réponse avec la deuxième formule.

La première et la dernière formule proposées permettent aux élèves d'observer la différence entre la référence relative et la référence absolue quand une formule est recopiée dans les cellules suivantes (Figure 23- 23bis et Figure 25-25bis).

La deuxième question de l'item (b) porte sur une vérification de la formule choisie par les calculs faits dans l'item (a).

La question suivante concerne le calcul d'un terme pour un rang 'grand'. Il s'agit ici du 18^{ème} terme de la suite. Le calcul de ce terme est demandé en langage naturel. Pour les élèves qui travaillent sur tableur, après le choix d'une formule adaptée, il suffit de recopier jusqu'au 18^{ème} terme. Il est aussi possible de calculer facilement sans tableur à partir de l'énoncé de la même façon que pour les cinq premiers termes.

La dernière question de l'item b porte sur l'expression mathématique de la suite. Il est demandé de donner une formule pour réaliser le calcul du $n^{ième}$ terme de la suite (exprimé en notation indicielle). On attend donc soit une définition explicite comme $u_n = 100 + 2n$ soit une définition récurrente comme $u_{n+1} = u_n + 2$.

c) Cet item porte sur le total des versements effectués jusqu'à une année donnée. Deux questions sont posées. D'abord une formule à saisir en cellule C3 est demandé pour réaliser ce calcul. Les élèves doivent entrer d'abord 100 en C2 pour la somme totale de la première année. Dans les cellules suivantes, chaque versement effectué (dans la colonne B) sera ajouté à la somme précédente affichée dans la cellule précédente sur la colonne C. La formule à saisir en C3 est donc $=B3+C2$ (Figure 26).

	C3		$=B3+C2$
	A	B	C
1	ans	versement	total
2		0	100
3		1	102
4		2	104
5		3	106
6		4	108
7		5	110
8		6	112

Figure 26. Calcul de la somme des versements

Ensuite, les élèves ont à calculer les 18 termes de cette suite de sommes. Comme nous avons dit dans la question précédente, il leur suffit de recopier la formule jusqu'au 18^{ème} terme après avoir trouvé une fois la formule à saisir sur tableur.

Exercice 2. Cet exercice contenant cinq items (a, b, c, d et e) porte sur la comparaison de l'évolution de deux populations dont la valeur initiale est 1 000. La première population s'accroît de 100 individus chaque année et la seconde de 6%. Il s'agit donc de suites respectivement arithmétique et géométrique, mais l'exercice ne porte pas sur la nature de ces suites, au moins pour la séance de Mme P_{SCEP} puisque les élèves ne les connaissent pas encore.

a) Dans cet item, il est demandé de justifier les formules récurrentes données pour les deux suites ($u_{n+1} = u_n + 100$ et $v_{n+1} = v_n \times 1,06$). La formule donnée pour la première suite peut être facilement trouvée car elle est proche de la formulation de l'énoncé contrairement à la deuxième, la détermination d'un coefficient multiplicateur à partir d'un accroissement en pourcentage posant toujours des problèmes aux élèves de 1^{ère} L. Bien que ce ne soit sans doute pas ce qui est attendu par les auteurs, il est possible que des élèves tentent de justifier les formules par le calcul des premiers termes.

b) La question de cet item concerne la conversion des formules mathématiques données dans la question précédente en formule-tableur. La première formule récurrente $u_{n+1} = u_n + 100$ correspond à la formule-tableur récurrente = B2+100 en cellule B3 dans la feuille de calcul présentée (Figure 27). La deuxième formule $v_{n+1} = v_n \times 1,06$ correspond à = C2*1,06 en cellule C3 (Figure 28)

	A	B	C
1 mois	U	V	
2	0	1000	1000
3	1	1100	
4	2		
5	3		

Figure 27

	A	B	C
1 mois	U	V	
2	0	1000	1000
3	1	1100	1060
4	2		
5	3		


Figure 28

c) Il est demandé en langage naturel de donner le 12^{ème} terme des suites à partir du tableau des valeurs obtenues. Les élèves doivent recopier les formules saisies pour le calcul de premiers termes des suites jusqu'au 12^{ème} terme.

Avec le format de cellule standard, les élèves doivent obtenir les valeurs affichées dans le tableau ci-contre pour la colonne C (Figure 29). Sur la

	A	B	C
1 mois	U	V	
2	0	1000	1000
3	1	1100	1060
4	2	1200	1123,6
5	3	1300	1191,016
6	4	1400	1262,47696
7	5	1500	1338,22558
8	6	1600	1418,51911
9	7	1700	1503,63026
10	8	1800	1593,84807
11	9	1900	1689,47896
12	10	2000	1790,8477
13	11	2100	1898,29856
14	12	2200	2012,19647

Figure 29

fiche de travail, il est  proposé d'arrondir les nombres obtenus aux nombres entiers en utilisant le bouton (réduire les décimales) pour afficher des approximations entières, ce qui est cohérent avec le fait qu'il s'agit d'une population. Il est aussi possible de changer l'affichage des nombres en changeant le format des cellules à partir de l'onglet *Nombre* dans la fenêtre *Format de cellule*. Cette technique n'est pas précisée aux élèves dans la fiche.

d) et e) Les questions posées dans ces deux derniers items portent sur l'étude numérique des variations des suites à partir de la lecture de la feuille de calcul obtenue. Il s'agit d'abord d'une lecture de valeurs sur la deuxième suite et ensuite d'une comparaison entre les deux suites. Il est demandé aux élèves de donner les calculs qui permettent de justifier leurs réponses. Les élèves doivent donc préciser, pour l'item (d), les valeurs des 11ème et 12ème termes de la deuxième suite

qui montrent le doublement de la population en 12 mois ($v_0 = 1000$, $v_{11} \approx 1898$ et $v_{12} \approx 2012$) et pour l'item (e), les 17^{ème} et 18^{ème} termes des suites à partir desquels la population v dépasse u ($u_{17} = 2700$, $v_{17} \approx 2693$ $u_{17} > v_{17}$ et $u_{18} = 2800$, $v_{18} \approx 2954$).

En conclusion, cette fiche de travail de la première séance en salle informatique sur la notion de suite, propose des questions riches d'une part sur les nouvelles notions mathématiques abordées dans le cours, d'autre part sur l'utilisation du tableur pour le calcul de termes d'une suite. Elle peut permettre aux élèves de s'approprier la notation indicielle et les modes de définition par récurrence et explicite ainsi que l'utilisation des références relatives et absolues dans une formule-tableur. L'étude de comparaison de l'évolution de populations à l'aide de la modélisation par des suites peut être abordée à travers le deuxième exercice.

2.3. Déroulement et analyse locale de la séance à travers les phases

Rappelons que les élèves travaillent chacun individuellement sur un ordinateur. Après avoir distribué les fiches, Mme P_{SCEP} laisse les élèves travailler tout en contrôlant leur travail en passant d'un poste à l'autre. La séance se déroule autour de l'exercice 1. Seule la moitié des élèves aborde le deuxième exercice vers la fin de la séance.

Nous avons découpé la séance en cinq phases :

Phase 1 : Installation des élèves

Phase 2 : Calcul des premiers termes de la suite

Phase 3 : Recherche des formules de la suite

Phase 4 : Calcul de somme de termes de la suite

Phase 5 : Travail sur le deuxième exercice

Dans la transcription de la séance, nous avons numéroté des dialogues entre Mme P_{SCEP} et les élèves. Dans la partie de l'analyse de la séance, pour certaines situations, nous ne prenons pas le dialogue et nous nous contentons de marquer le numéro de dialogue entre parenthèses.

Nous avons filmé sur l'écran le travail d'une élève que nous avons nommée Léa. La reconstruction de la séance dans la partie suivante est faite à partir de son travail selon le découpage ci-dessus.

Phase 1 : Installation des élèves

Mme P_{SCEP} annonce la partie de la fiche de travail à traiter dans cette séance.

Léa n'arrive pas à se connecter au réseau. Mme P_{SCEP} est en train de remplir la feuille de présence. Elle fait sa première intervention auprès de Léa pour ce problème technique.

D2	<p>P : Qu'est-ce qui se passe?</p> <p>Léa : Regardez, ça fait ça, depuis deux fois...domaine c'est quoi ?</p> <p>P : Domaine c'est Turgot, tiré, n t, je crois que c'est 02..</p>
----	---

D3	Vous faites le TD1 (vers la classe)...vous y arrivez ? (à Léa)
	[...]
	P : S'il ne marche pas, vous changez de...des fois il y a des problèmes celui-là...

Après s'être connectée au réseau, Léa commence à travailler en enregistrant d'abord son classeur dans son dossier.

L'installation et la mise en travail des élèves sont faites sans perte de temps. A part deux petites interventions pour rappeler les mots de passe pour la connexion au réseau, Mme P_{SCEP} ne rencontre pas de difficulté dans cette phase d'introduction.

Phase 2 : Calcul des premiers termes de la suite

Difficulté d'interprétation de l'énoncé

La plupart des élèves lancent le tableur et se mettent à construire la feuille de calcul donnée dans l'énoncé. Pour le calcul de premiers termes, l'interprétation de l'énoncé n'est pas faite correctement dans un premier temps. Les élèves ne font pas attention à l'énoncé qui demande d'ajouter le double de l'âge de Sabine à 100. Ils ne prennent pas le double de l'âge mais le double de ce qui a été donné à la naissance.

Au début, Mme P_{SCEP} ne fait pas attention non plus à l'énoncé et elle confirme à une élève (Céline) l'interprétation erronée de l'énoncé (200 pour un an, pour la suite 300, 400, etc)(D7). Quand elle contrôle le travail d'un autre élève (Alain), elle le remarque (D8) et elle corrige sa première confirmation auprès de Céline (D11). Mme P_{SCEP} aide également un groupe d'élèves (Hélène, Jenifer et Elodie) qu'elle va suivre de plus près pendant la séance, (D10) de façon à leur faire comprendre la règle donnée dans l'énoncé. Pour cela, elle leur fait calculer le premier terme.

Le début de la phase est donc consacré à l'interprétation de l'énoncé. Des difficultés d'interprétation de l'énoncé conduisent Mme P_{SCEP} à intervenir auprès de chaque élève pour le calcul des premiers termes.

Incitation à l'utilisation du tableur pour faire le calcul

Comme la plupart des élèves, Léa commence à remplir la feuille de calcul pour les premiers termes de la suite contrairement à l'énoncé qui demande ce calcul en papier/crayon. Elle interprète correctement l'énoncé. Elle n'utilise pas de formule-tableur, elle entre chaque valeur cellule par cellule. Mme P_{SCEP} intervient sur la façon dont elle utilise le tableur. Pour Léa, utiliser une formule ne va pas plus vite que d'entrer chaque terme et elle n'en voit pas l'intérêt. Mme P_{SCEP} indique que même si le calcul est très simple, le tableur facilite le calcul des termes jusqu'aux rangs 'grands'.

	A	B	C
1	ans	versement	total
2		0	100
3		1	102
4		2	104
5		3	106
6		4	108
7		5	110
8		6	112
9			

Figure 30. La feuille de calcul de Léa - 1

D12	<p>Marie : [inaudible] P : Non Marie : [inaudible] P:Relisez l'énoncé Léa : C'est ça madame, 100 € plus le double de son âge P : Oui Marie : plus 200 Léa : non... P : Elle a cent ans, Sabine ? Léa : plus 2, elle a un an P : Oui</p>	<p>Léa : Madame, c'est ça ? P : oui Léa : Et jusqu'à quel âge ? P : Et comment vous faites aussi ? Léa:Je calcule P : Non, ce n'est pas à vous de calculer, c'est au tableur de calculer Léa : Mais si vite que l'ordinateur P : Mais allez jusqu'au 200 ans comme ça Léa: Mais elle ne pourra pas avoir 200 ans, cette pauvre fille</p>
-----	---	--

À travers les entretiens suivants de Mme P_{SCEP} avec les élèves, nous observons que Léa n'est pas seule à construire la feuille de calcul de cette façon. Par exemple, Elodie et Céline n'utilisent pas non plus la fonction de recopie du tableur. Pour ces deux élèves, Mme P_{SCEP} demande explicitement d'utiliser une formule et la recopier vers le bas. En revanche, auprès de Léa elle a seulement insisté sur l'intérêt de faire le calcul par le tableur.

D19	<p>P : Vous travaillez Elodie ? je ne suis pas sûr ! Elodie : Je travaille P : Bon....Je vois que vous travaillez mal, parce que le problème ...c'est ce qu'il faut... Elodie [inaudible] P : Il faut recopier vers le bas, il faut pas taper à chaque fois...allez vous débrouillez, allez, je vais vérifier ce que vous allez fabriquer.</p>	D47	<p>P : Vous copiez tous ça vers le bas.... Comme ça, à mon avis c'est pas juste...ça c'est bon... comment vous avez fait les calculs, vous ? Céline : A la tête P : La tête, non, on ne peut pas faire de calculs à la tête... avec le tableur. Céline: J'ai l'impression que si on calcule à la tête ... P : Non... la preuve que non ce qu'ils étaient faux les calculs de tête, on arrive jusqu'à 18 ans, ce n'est pas grave</p>
-----	--	-----	---

Pendant cette phase, Mme P_{SCEP} insiste donc sur l'utilisation de formules-tableur pour les calculs et rappelle les techniques de recopie.

Apparition de deux techniques de recopie : poignée de recopie/ commande de Recopier

D'autres élèves essayent de faire faire les calculs par le tableur mais leurs connaissances ne sont pas encore suffisantes. Ainsi Nicolas demande à Mme P_{SCEP} la technique de recopie :

D13	<p>Nicolas : Madame P : Très bien...Ce n'est pas un ? Nicolas : Comment je fais... pour copier ...ça ? P : Il faut aller cette petite croix à droite de la cellule.... Nicolas: C'est quoi à droite de la cellule ? P :...de case copie-coller, la cellule de copie -coller Nicolas: Comment ça ? P :...Oui...je ne peux pas passer, ce n'est vraiment pas pratique, c'est ...pardon... P : Là, ... et après c'est...comme ça là ! Nicolas : oui...merci P : Là, c'est très bien parce que...</p>	D41	<p>Nicolas: Madame, j'arrive à faire mais il n'y a pas le système pour recopier P : B2 plus... comment vous faites, qu'est-ce que vous faites pour la [inaudible] oui si vous voulez, mais comment vous allez faire recopier ? Nicolas:Voilà... P : C'est une astuce Nicolas:Une astuce pour la recopier ... P : Faites le calcul plus simple déjà. Vous faites une somme là, utilisez ce résultat-là...au lieu de remonter à l'origine. Nicolas:Oui</p>
-----	---	-----	--

Spontanément, Mme P_{SCEP} rappelle plutôt l'utilisation de la poignée de recopie (Figure 32) que la commande *Recopier* (Figure 32 bis). Mais, Nicolas ne la comprend pas. Comme le geste est difficile à expliquer, Mme P_{SCEP} essaie d'accéder à son poste en passant entre les élèves. Selon le dialogue (D13) dans laquelle Mme P_{SCEP} parle du menu *Edition* et le dialogue suivant (D41) nous comprenons que Mme P_{SCEP} ne montre pas la technique « poignée » qu'elle vient d'expliquer. Elle est passée à l'utilisation de la commande *Recopier* du menu *Edition* (Figure 32 bis). À la suite de la première intervention de Mme P_{SCEP}, Nicolas utilise cette technique. Cependant, il reste persuadé

qu'il existe une autre technique plus facile. Dans sa deuxième intervention, Mme P_{SCEP} montre cette fois la technique « poignée » et la présente comme une « astuce » (D41)

	A	B	C
1	ans	versement	total
2		0	100
3		1	102
4		2	
5		3	
6		4	
7		5	
8		6	
9		7	
10		8	
11		9	

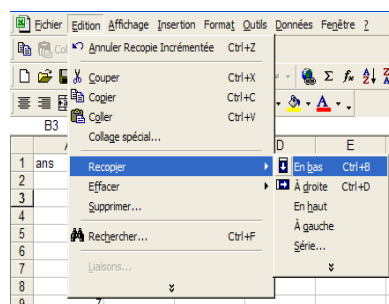


Figure 32 Technique d'utilisation de la « poignée de recopie » **Figure 32bis** . Technique de recopie par la commande *Recopier*

Après l'intervention de l'enseignant concernant le calcul sur tableur, Léa saisit une formule $= 100 + (2 \cdot A9)$ en cellule B9 à partir de la 'zone de formule' pour réaliser le calcul de termes suivants. Elle continue cependant à entrer chaque nombre un par un en colonne A. Il nous semble que comme il ne s'agit pas d'un calcul, elle n'a pas perçu qu'elle peut utiliser une formule-tableur pour cette tâche.

Après avoir fait valider sa formule à Mme P_{SCEP}, Léa cherche dans les menus la commande *Recopier* : elle essaye d'abord *Insertion* puis *Affichage* et finit par la trouver dans *Edition*. Elle choisit recopier *En bas* (Figure 32bis). Comme Léa n'a pas sélectionné les cellules à recopier, le tableur recopie la valeur de la cellule B8 en B9, remplaçant ainsi 114 par 112 (Figure 33). Léa annule cette opération, cherche dans les menus et finit par appeler Mme P_{SCEP} (D16). A l'aide Mme P_{SCEP}, elle sélectionne les cellules B9-B10-B11 et active *Edition*, *Recopier* et puis *En bas*. Le tableur affiche les termes de la suite.

	A	B	C
1	ans	versement	total
2		0	100
3		1	102
4		2	104
5		3	106
6		4	108
7		5	110
8		6	112
9		7	114
10		8	116
11		9	118
12			

Figure 33. La feuille de calcul de Léa - 2

D16	<p>Léa : Madame, comment on fait pour la même formule après ?</p> <p>P : Vous copiez vers le bas....</p> <p>Léa : Oui mais madame, quand on fait recopier vers le bas ; ça fait 112 partout</p> <p>P : c'est que vous vous trompez</p> <p>Léa : Mais non,</p> <p>P : Si</p> <p>Léa : 112,114... je fais bonne formule</p> <p>P : C'est bon ça, c'est bien... ça ne fait pas 112 partout</p> <p>Léa : Non, là c'est moi qui le fais ...</p> <p>P : Oui mais quel est le problème ?</p> <p>Léa : Appuyer... « en bas » c'est ça ?</p> <p>P : Oui ...évidemment, vous copiez, revenez sur la case</p> <p>Léa : Là, non</p> <p>P : Non, revenez là en B...6, c'est bon, copiez ça vers le bas</p> <p>Léa : Comme ça</p> <p>P : Oui</p> <p>Léa : Jusqu'à 9 ans, madame</p> <p>P : Réfléchissez</p> <p>Léa: oui !</p>
-----	---

Léa consulte le travail de ses voisins et discute avec eux quelques minutes. Elle reprend son travail et elle entre chaque nombre jusqu'au 20 en colonne A. Elle sélectionne la colonne B à partir de la cellule B11 et elle la recopie vers le bas en utilisant la commande *Recopier* (Figure 34).

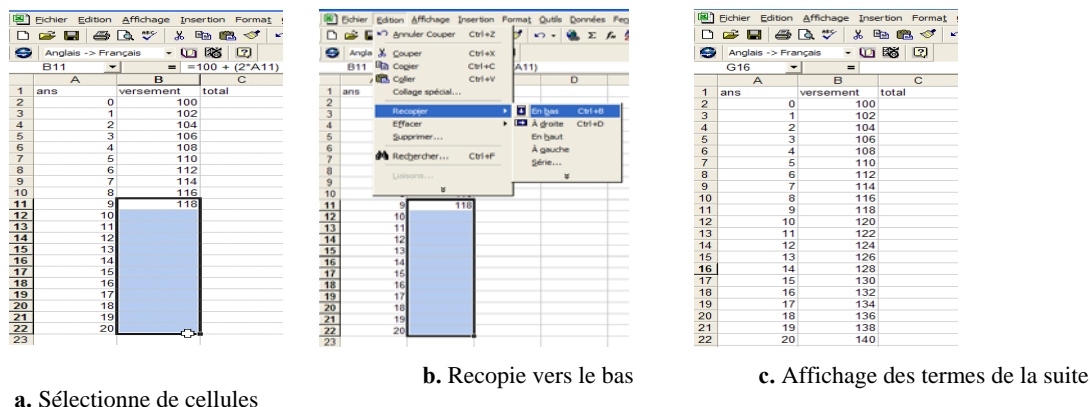


Figure 34. La feuille de calcul de Léa – 3

Vers l'utilisation de la référence absolue

En contrôlant le travail des élèves, Mme P_{SCEP} remarque que le calcul de termes de Marie n'est pas correct. Marie utilise la première ($=B2+2 \times A3$), parmi les trois formules à choisir dans l'énoncé, qui est adéquate seulement pour le calcul du premier terme (cf.. Exercice 1 b). Marie ne fait pas attention aux termes suivants affichés après avoir recopié cette formule. Mme P_{SCEP} se contente de souligner le changement de cellule référencée dans la formule lors de la recopie vers le bas afin de faire émerger l'utilisation de la référence absolue dans une formule (D15). Elle pense que Marie peut trouver seule qu'il faut utiliser une référence absolue, notion qui a été présentée lors de chapitres précédents.

D15	<p>P : Attendez, vous êtes sûr de votre formule-là ?Sabine a deux ans, sa grand-mère versait 6€ ?</p> <p>Marie : Non ça va pas</p> <p>P : ...allez à la case B.. B4 qu'est-ce qu'il y a ? B4</p> <p>Marie : Il y a B3</p> <p>P : Parce que vous ajoutez B3, ce n'est pas B3 qu'il faut ajouter, c'est ...</p> <p>Marie : B2</p> <p>P : Oui</p> <p>Marie : Alors pourquoi ça marche pas ?</p> <p>P : Parce que c'est ...en copiant vers le bas, l'indice va changer</p> <p>Marie : ***</p> <p>P : Je sais pas , débrouillez- vous , on a vu une fois déjà</p>
-----	--

Nous remarquons que Mme P_{SCEP} emploie le terme mathématique plutôt que le vocabulaire « tableur » dans ses interventions. Par exemple ici, pour faire référer le changement de cellules, elle utilise le terme 'indice'.

Phase 3 : recherche des formules de la suite

Dans l'item (b) de l'exercice 1, les élèves devraient choisir parmi les trois propositions une formule-tableur avec laquelle les termes de la suite sont obtenus en recopiant vers le bas. La plupart des

élèves n'essayent pas la troisième formule-tableur après qu'ils ont obtenu les bonnes valeurs avec la deuxième formule. Certains élèves comme Léa n'ont pas essayé les formules données, ayant déjà calculé les termes avec une formule-tableur construite à la question précédente. Pendant cette phase, Mme P_{SCEP} a donc dû inciter les élèves à essayer les trois formules proposées dans l'énoncé (par exemple D18, D19 et D25).

Définition mathématique de la suite u_n

Une élève (Hélène) commence à chercher une *définition mathématique* de la suite u_n après avoir obtenu les termes de la suite avec la deuxième formule-tableur :

D19	<p>Hélène : Comment on appelle B2 madame, comment on peut appeler B2 ?</p> <p>P : Je comprends pas votre problème</p> <p>Hélène : Là, on nous demande de faire une formule permettant d'obtenir le montant du versement..</p> <p>P : Là c'est pas avec l'ordinateur, c'est avec...</p> <p>Hélène: Oui, justement</p> <p>P : Essayez de réfléchirsi vous me demandez de la réponse, ça va pas...</p>
-----	--

Hélène demande comment nommer la cellule B2. Elle veut sans doute que le professeur indique comment convertir les éléments d'une formule-tableur, ici la référence à la cellule B2, en expression mathématique. Mme P_{SCEP} ne comprend pas la question, rappelant simplement que l'expression demandée n'est pas celle du tableau. Hélène parvient cependant à définir la suite u_n « en fonction de n » :

D30	<p>Hélène :...plus deux n</p> <p>P : Très bien</p> <p>Hélène: Parce que n, c'est l'âge</p> <p>P : Oui, c'est parfait</p> <p>Hélène : Oui ! je suis contente</p> <p>P : Très, très bien</p>
-----	---

A la fin de la phase, une intervention de Mme P_{SCEP} auprès des élèves voisines d'Hélène porte sur le même point. Nous la rapportons dans cet épisode.

D48	<p>(le groupe de Hélène, Jenifer, Elodie et Lorie)</p> <p>P : Vous avez fini ? Vous ne répondez pas à la question ?</p> <p>E : Oui mais là je ne sais pas</p> <p>P : Réfléchissez un peu... si Sabine a 8 ans, combien lui verse sa grand-mère, si elle a 20 ans, combien lui verse sa grand-mère ?</p> <p>E : ***</p> <p>P : ***quelle opération vous faites ?</p> <p>E : Je prends 100 plus le double de son âge</p> <p>P : Double de son âge et son âge est n</p> <p>E : Deux fois u_n</p> <p>P : C'est pas u_n</p> <p>E : C'est 100 plus u_n</p> <p>P : Non</p> <p>E : 100 plus deux fois n</p> <p>P : Voilà, 100 plus deux fois son âge, son âge est n, c'est pas u_n, u_n c'est la somme qu'elle reçoit quand elle a n ans</p> <p>E : D'accord</p>
-----	---

Mme P_{SCEP} remarque que les élèves (Jenifer, Elodie) n'ont pas défini la formule mathématique de la suite. En demandant d'autres termes de la suite, elle essaye de faire généraliser le calcul fait en remplaçant l'année par n comme elle a expliqué à Véronique (D43). On voit chez les élèves une confusion entre u_n et n .

Apparition de la référence absolue par l'incitation à l'essai des trois formules-tableur

D30	<p>[...]</p> <p>P : Vous avez choisi parmi ces formules-là ?</p> <p>Hélène:Oui, c'était celle-là</p> <p>P : Vous avez essayé celle-là ?</p> <p>Hélène:Celle-là, non je n'ai pas encore essayé</p> <p>P : Oui, essayez</p> <p>Hélène:Mais après je recommence</p> <p>P : Mais non, on va essayer ici, vous mettez ...celle-là, vous essayez ici, d'accord...après comment on fait pour avoir le dollar ?</p> <p>Hélène: ...Ici, je crois</p> <p>P : Non, pas ce dollar-là... on valide là, on fait ...F4 plus ...2 fois étoile...là et ... si on copie vers le bas....</p> <p>Hélène : Et ça nous donne exactement la même chose....Oui...</p> <p>P : Parce que ça veut dire que quand vous copiez vers le bas, la cellule...la référence ne change pas.</p> <p>Hélène:D'accord...</p>
-----	---

Comme Hélène n'a pas essayé la troisième formule-tableur donnée dans l'énoncé, Mme P_{SCEP} demande d'appliquer cette formule. Hélène ne veut pas recommencer son travail en changeant la colonne B. L'objectif de Mme P_{SCEP} est de montrer à Hélène comment utiliser une référence absolue dans une formule. Elle propose donc d'entrer cette formule dans une autre colonne. Mme P_{SCEP} tape la formule elle-même. Pour éditer la référence absolue, Hélène propose la touche \$ sur clavier mais Mme P_{SCEP} indique l'utilisation de la touche F4. Après avoir recopié vers le bas cette nouvelle formule, Mme P_{SCEP} explique que la référence absolue ne change pas dans les autres cellules quand on recopie une formule.

Après quelques interventions concernant l'utilisation de la fonction de recopie du tableur, Mme P_{SCEP} constate qu'une autre élève (Elodie) ne travaille pas de la manière qu'elle a indiqué.

D31	<p>P : Comment vous avez répondu alors, pourquoi vous avez répondu, cochez ça ?</p> <p>Elodie : Parce que je fais le calcul</p> <p>P : Oui mais il faut taper... il y a rien dedans</p> <p>...</p> <p>P : Oui... mais vous savez, vous vous rappelez comment on fait ? ...ici, il faut faire ici ...j'efface ça, égal ...ça et pour avoir le dollar on appuie sur F4 plus 2 étoile ...recopiez vers le bas...si non vous pouvez faire autrement... on peut faire la deuxième, ça marche aussi, égal B2 ...</p> <p>Elodie : B2 plus 2, 3 ,5...</p> <p>P:Ce n'est pas B2, parce que si vous mettez B2, on regard ce qui va se passerB2 plus 2 fois...ça, je mets B2, si je recopie vers le bas, ça donne pas bonnes valeurs parce qu'ici ça met B3 et en B3 il y a B2, il y a 102 et pas 100 donc ça marche pas</p>
-----	---

Différente stratégie de Mme P_{SCEP} entre les élèves

L'enseignant a dû intervenir aussi sur le travail de Marie qui en est toujours à la première formule-tableur. Mme P_{SCEP} entre la formule en colonne D. Elle explique que la formule donne la bonne réponse pour le calcul du premier terme mais pas pour les termes suivants. Elle précise une deuxième fois pour cette élève le changement de référence des cellules quand la formule est recopiée vers le bas. Marie insiste pour une validation de la formule qu'elle a saisie dans la colonne B. Mme P_{SCEP} souligne que les deux formules sont les mêmes donc sa formule n'est pas bonne. Elle propose à Marie d'essayer la deuxième formule.

D40	<p>P : Cherchez toute seule là !! vous êtes capable...</p> <p>Marie : C'est bien ou pas</p> <p>P : C'est bien, oui... est-ce que c'est la seule ?</p> <p>Marie : Je ne sais pas... il y a en plusieurs en plus?</p> <p>Nicolas: Non, c'est la seule... entre les parenthèses....</p> <p>P : Non, les parenthèses, ce n'est pas indispensable mais si on met la parenthèse deux par cent ...c'est pas la même formule.</p> <p>Marie : Si c'est la même formule, parce que c'est cent</p> <p>P : Non, parce que si on copie...si on met ici jusqu'à ici, c'est neuf cents, et si je fais ici égal ça plus 2, étoile... ça, là ça va marcher mais quand je vais le copier vers la bas, ça va pas marcher. Parce que là, ça est pas resté 100, ça a pris la dernière, ça a changé la référence de cellule en copie vers le bas.</p> <p>Marie : ça va, bon ou pas ? ça ne marchait pas quand j'ai fait</p> <p>P : Je suis en train de montrer que ça ne marchait pas ! c'est bien qu'on a écrit là ? sauf que D au lieu de B...ça ne marche pas, parce que la référence de la cellule change quand on copie vers le bas</p> <p>Marie : ***</p> <p>P : C'est peut être la deuxième, essayez la deuxième ! ...Faites-le</p>
-----	--

Mme P_{SCEP} laisse toujours Marie trouver elle-même l'utilisation de la référence absolue en se contentant de souligner le changement des références des cellules alors que pour d'autres élèves, par exemple Hélène et Elodie, elle avait évoqué la référence absolue dès sa première intervention. Nous constatons que Mme P_{SCEP} considère Marie comme une bonne élève qui est capable de trouver toute seule la réponse.

Phase 4: calcul de la somme des termes de la suite

Pour la réalisation du calcul de la somme des versements dans la colonne C, les élèves doivent d'abord remplir la cellule C2 avant d'éditer une formule pour le calcul des termes suivants. La formule à trouver réfère à la cellule de même ligne dans la colonne B et au terme de la ligne précédente dans la colonne C. Concrètement les élèves doivent entrer 100 en C2 et = B3+C2 en C3.

D'un travail sans auto - contrôle à la réflexion sur le résultat entre les élèves

Pour ce calcul, Léa se met à entrer une formule (= B2+B3) dans la zone de formule du tableur pour la cellule C3. Elle recopie cette formule jusqu'à la cellule C22 et ensuite elle entre 100 en C2. Elle commence ensuite à remplir la feuille de calcul pour la deuxième question sans vérifier les résultats affichés. Quelques minutes après son calcul, les élèves autour de Léa (Nicolas, Marie et Alain) discutent sur cette question. Léa donne à Alain la formule qu'elle a utilisée. En appliquant la formule de Léa, Alain lit la somme affichée pour le 18^{ème} terme (270). Nicolas n'est pas d'accord sur ce résultat :

	A	B	C
1	ans	versement	total
2	1	100	100
3	2	102	202
4	3	104	306
5	4	106	412
6	5	108	520
7	6	110	630
8	7	112	742
9	8	114	856
10	9	116	972
11	10	118	1090
12	11	120	1210
13	12	122	1332
14	13	124	1456
15	14	126	1582
16	15	128	1710
17	16	130	1840
18	17	132	1972
19	18	134	2106
20	19	136	2242
21	20	138	2380
22	21	140	2520

Figure 35. La feuille de calcul de Léa - 4

	<p>Nicolas : Attendez, elle donne 100 € par an donc elle a minimum 1800 €, non ? Vous n'êtes pas d'accord ?</p> <p>Les élèves demandent ce qu'il a trouvé</p> <p>Nicolas : j'ai 2242.</p>
--	---

Avec l'intervention de Nicolas, Léa revient donc sur sa formule et elle cherche une nouvelle formule au hasard ('pêche') : elle essaie d'abord de mettre entre parenthèses sa formule = (B2+B3) puis tente une multiplication = (B2+B3)*A3. Ensuite elle entre une nouvelle formule = \$B\$2+2*A3, elle la recopie à gauche. Elle continue sa pêche encore quelques minutes. A ce moment, Mme P_{SCEP} passe devant la caméra pour contrôler le travail de Marie (D40) et le travail de

Léa n'a pas pu être suivi quelques instants. Pendant ce temps Léa a saisi la formule $(=B3+C2)$ en C3 (Figure 36)

Nous constatons ici l'absence de contrôle du travail chez les élèves. Ils ne vérifient pas les résultats après la recopie dans la colonne. Mme P_{SCEP} ne peut pas vérifier pour tous les élèves. Dans certains cas, les discussions entre les élèves permettent ce contrôle.

	A	B	C
1	ans	versement	total
2	0	100	100
3	1	102	202
4	2	104	306
5	3	106	412
6	4	108	520
7	5	110	630
8	6	112	742
9	7	114	856
10	8	116	972
11	9	118	1090
12	10	120	1210
13	11	122	1332
14	12	124	1456
15	13	126	1582
16	14	128	1710
17	15	130	1840
18	16	132	1972
19	17	134	2106
20	18	136	2242
21	19	138	2380
22	20	140	2520

Figure 36. La feuille de calcul de Léa -5

Proposition de l'utilisation de somme automatique du tableur

Intervenant auprès de Lorie, pour trouver la somme des versements demandée dans l'exercice 1-c, Mme P_{SCEP} propose de calculer la somme en utilisant la fonction *Somme* automatique du tableur mais elle s'aperçoit que cela ne permet pas d'obtenir ce que demande l'énoncé.

D34	<p>Lorie : Madame, pour [inaudible] P : Vous avez choisi entre les formules, où est-ce que vous en êtes ? ... les trois formules, vous avez trouvé ? Lorie: J'ai essayé de faire B3 est égal 1, B2 plus B3, j'ai essayé ça marche pas, j'ai essayé les formules.. P : Qu'est-ce que vous voulez faire là ? Lorie : Cette colonne là P : D'accord, [inaudible] ce n'est pas le même endroit, d'accord....qu'est-ce que vous voulez faire, le total ? Lorie : Oui P : Egal B2 ... d'accord... je sais pas moi, essayez de ... comment on fait une somme?...automatiquement ? ...comment on fait une somme ? Lorie: J'ai appuyé sur somme mais... P : Non, non ...égal ...cliquez sur somme, oui... qu'est-ce que vous avez bloqué, qu'est-ce que vous faites ? non, marquez égal... toujours quand on fait des calculs, marquez égal. Lorie:Je ne cherche pas comme-ça P : Non, non, si vous faites ça, vous ne pouvez pas copier vers le bas.....je sais pas, ça fait une somme automatique Lorie J'ai essayé ... P : Essayez d'autre truc Lorie : J'ai essayé d'autre truc mais ça ne marche pas !</p>
-----	---

Difficulté de construire une formule récurrente liée aux deux colonnes

Pour recopier la formule à saisir en C3 vers le bas, les élèves doivent mettre 100 en C2 pour la somme initiale. Céline trouve la bonne formule à saisir en C3, il s'agit de $=B3+C2$ mais elle a entré cette formule en C2. Elle obtient donc une colonne de zéro pour ce calcul (D39).

Mme P_{SCEP} revient sur le travail d'Elodie qui n'obtient pas de résultat. Mme P_{SCEP} lui indique qu'il faut entrer une valeur en C2. La formule de Elodie est ici aussi $=B3+B2$. Mme P_{SCEP} souligne que les résultats ne sont pas conformes. :

D44	<p>P : Bon, vous vous en sortez ? Elodie : Non, j'ai fait la formule P : Déjà dans le total ...là vous mettez quelques choses Elodie : Oui, j'ai mis P: Il y a rien...là il y a rien Elodie : Oui, d'accord, c'est pour ça, il ne recopie pas P : Evidemment il y a rien là Elodie : Je mets quoi, il y a rien que 100 €, c'est tout. P : Egal ça ...OK ? mettez égal, que faut-il faire pour avoir la somme ? Elodie : B2 plus B3 P: Oui mais alors comment vous allez faire recopier vers le bas? Comment vous allez faire ? .. P : ça, ça a pas marché, parce que vous n'étiez pas là. Maintenant ...allez-y Elodie : Et voilà P : Et pour quoi ça ne marche pas ? Elodie : Si ça marche P : Bon, vous trouvez que vous avez le total ? Elodie : ça peut-être un peu trop quand même P : Deux cents plus deux cent quatre, ça donne deux cents six....ça a pas ça Elodie : Elle n'est pas bonne, la formule P : Non</p>
-----	---

Après avoir fait un tour de la classe, Mme P_{SCEP} constate que le groupe d'Hélène, Jenifier et Elodie est toujours sur le calcul de somme. Mme P_{SCEP} contrôle le travail d'Elodie. Elle change la formule saisie par Elodie ($=B2+B3$) sans donner une explication mathématique. Elle entre la formule $=B3+C2$ et elle la recopie. Mais, les résultats affichés ne sont pas corrects. Lorie remarque qu'Elodie a oublié de calculer le troisième terme de la suite. Mme P_{SCEP} efface les colonnes et incite les élèves à recommencer.

D56	<p>P: Vous travaillez un peu !! Hélène: On ne trouve pas la bonne chose, j'ai tout essayé, B2, B multiplie...dollar B... Lorie : ça c'est le total, un an ... plus l'argent de chaque an donc tu le trouves à partir de ça et ça ? .. P : Vous êtes toujours au premier exercice Elodie : Oui P : Dis donc Jenifer : Comment dis donc ? Elodie : B2 plus B3 P: Oui c'est ça B2 plus B3.....qu'est-ce que vous faites là Elodie : On va recopier P : Mais il faut d'abord faire O.K. Elodie : C'est évident bien sur, oui P : Qu'est-ce que vous avez fait copier, faites voir... attendez, attendez, non ! si vous effacez on peut pas voir, B4 vous avez recopié n'importe quoi là... égal B Elodie : Vous avez fait C, C2 plus P : Parce que vous avez fait n'importe quoi pour recopier....on entre et après c'est ça qu'il faut recopier vers le bas.... A mon avis ce n'est pas bon Lorie : Ce n'est pas bon, parce que, en fait, [inaudible] d'abord P : Pas forcément Lorie: ça donne pas le même résultat.... P : Oui, c'est bon, si c'est bon il n'y a pas de raison que ce n'est pas bon après Lorie: Parce qu'on n'a pas le même résultat... Elle a oublié le trois ...la troisième année P : Bon alors.... Elodie : si P : Evidemment, on ne fait jamais comme-ça, j'efface ça...c'est pour recommencer... il fait automatiquement parce que à la main on peut se tromper comme-ça, non pas comme-ça ! non, non...égal...A2 Lorie : A2 ... A2 c'est zéro là ...non, non attend A2 ... P : ...je crois que vous devrez travailler un peu là...</p>
-----	--

À la fin de la phase, les discussions entre les élèves et les interventions de Mme P_{SCEP} portent sur la construction d'une formule pertinente pour le calcul de somme et sur le contrôle des résultats.

Les élèves tentent de calculer la somme à l'aide d'une récurrence, ce qui suppose une valeur initiale et une formule à recopier ce qui est difficile pour ces élèves. Certains élèves y parviennent néanmoins. Dans sa première intervention, Mme P_{SCEP} ne prend pas en compte cette technique,

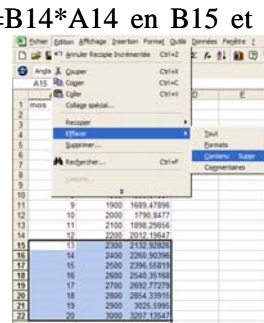
mais met en avant au contraire une formule explicite pour la somme totale que l'on obtient à l'aide d'un bouton 'automatique'.

Phase 5 : travail sur le deuxième exercice

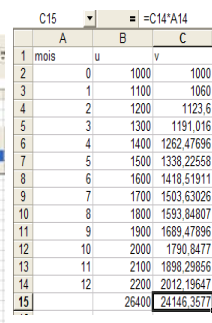
Seuls 6 élèves (Léa, Alain, Céline, Véronique, Lorie et Jérôme) abordent le deuxième exercice qui porte sur la comparaison de l'évolution de deux populations.

Le calcul de termes des deux suites par les formules sur la deuxième feuille de calcul ne pose pas un problème pour Léa. Après avoir entré les nombres de mois cellule par cellule jusqu'à 20, elle construit facilement les formules-tableur des deux suites u et v . Il s'agit de la formule $=B2+1000$ pour la première suite et de la formule $=C2*1,06$ pour la deuxième suite. Elle les recopie jusqu'à la ligne 22. Ensuite, elle supprime les lignes au delà de 15 en utilisant la commande *Contenu Suppr* (Figure 38 a) et entre ensuite les formules suivantes : $=B14*A14$ en B15 et $=C14*A14$ en C15(Figure 38b) Nous supposons que Léa voulait ainsi répondre à la question de la taille atteinte par la population au bout d'un an, qui est en fait déjà donné par la ligne 14.

En suivant la fiche de travail, Léa arrondit les nombres affichés dans la colonne C en utilisant le bouton *Réduire les décimales* signalé dans l'énoncé.

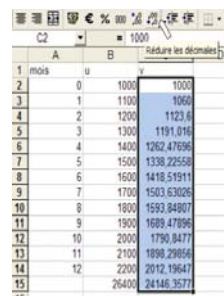


a

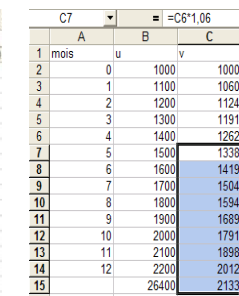


b

Voici comment elle s'y prend : elle sélectionne d'abord la colonne C et elle clique sur le bouton *Réduire les décimales* (Figure 37a). Comme la colonne contient les nombres entiers, le tableur ne réduit pas les décimaux. Léa change sa technique et elle applique ce bouton en cellule par cellule jusqu'au C7. Ensuite elle recopie cette dernière cellule vers le bas en utilisant la commande *Recopier* (Figure 37b) qui ne copie pas seulement le format, mais aussi la formule. Elle remarque que la valeur en cellule C15 a changé. Elle en discute avec les autres élèves mais ils ne trouvent pas la raison de ce changement. En fait, en recopiant les cellules jusqu'au C15, Léa change la formule qu'elle a déjà saisie en C15.



a



b

Mme P_{SCEP} vient pour contrôler le travail de Léa et en cliquant sur quelques cellules dans la colonne C elle vérifie si Léa utilise une formule pour le calcul de termes de la suite. Léa termine son travail après avoir rempli sa fiche de travail. Elle enregistre son document dans son dossier.

Pour Lorie, le calcul de l'augmentation de 6 % de la deuxième suite n'est pas immédiat. L'intervention de Mme P_{SCEP} porte donc sur la détermination du coefficient multiplicateur à partir d'un pourcentage donné (D50).

À la fin de la séance Mme P_{SCEP} aide un élève pour enregistrer son document et elle rappelle à la classe d'enregistrer leur travail dans leur dossier.

Pour l'élève observée, le calcul de termes des deux suites sur tableur est fait facilement. En revanche, le calcul de termes de la suite définie par un pourcentage d'augmentation pose une difficulté pour plusieurs élèves, ce qui motive une intervention de Mme P_{SCEP}.

2.4. Analyse globale de la séance à travers deux composantes

Nous analysons d'abord de façon qualitative l'activité du professeur en relation avec les tâches effectives des élèves et les gestes et les techniques qu'ils mettent en œuvre, puis nous faisons une analyse quantitative par type d'intervention.

I. Analyse qualitative : Les techniques /gestes attendus et apparus sur tableur

Les types de tâches effectifs des élèves en papier/crayon pour cette séance sont les suivants : (P/C2a) calculer les premiers termes de la suite et (P/C3) déterminer une formule mathématique de la suite. À partir des dialogues entre Mme P_{SCEP} et les élèves, nous constatons que pour la majorité des élèves commençant directement à travailler sur tableur. Le calcul en papier/crayon des premiers termes de la suite apparaît afin de comprendre l'énoncé.

Les types de tâches effectifs des élèves sur tableur sont les suivants : (T1) calculer les termes de la suite, (T2) calculer la somme, (T3) construction d'une formule et (T4b) créer une feuille de calcul à partir d'une feuille de calcul présentée. Il existe aussi un type de tâche en *environnement Mixte*. Il s'agit de reconnaître une formule-tableur (M1). Pour accomplir ce dernier type de tâche, les élèves ont travaillé dans l'environnement Tableur et ils ont essayé successivement les formules-tableur proposées dans l'énoncé sur tableur en s'arrêtant à la première qui fonctionne.

Nous analysons maintenant à partir des interventions de Mme P_{SCEP} et du travail de l'élève observé, les techniques instrumentées apparues pendant cette séance pour accomplir les types de tâches cités ci-dessus. Nous indiquons aussi les techniques instrumentées attendues par Mme P_{SCEP}.

Les élèves ont commencé par la construction de la feuille de calcul présentée dans l'énoncé sur tableur. La première tâche pour réaliser cette construction consiste à remplir la première colonne dans laquelle les années sont affichées. Il s'agit donc d'entrer une suite ordonnée de nombres dans cette colonne. La fonction de recopie du tableur permettrait d'obtenir facilement cette suite, soit après avoir entré les deux nombres successifs en utilisant la poignée de recopie, c'est-à-dire la recopie incrémentée du tableur, soit en entrant une formule (par exemple $=A2+1$ en A3 en entrant 0 en A2 selon cette feuille de calcul donnée) et en la recopiant vers le bas. Mme P_{SCEP} attend que les élèves utilisent l'une de ces deux techniques. Cependant, nous constatons que la majorité des élèves

n'utilisent pas ces techniques et ils entrent chaque nombre cellule par cellule. Nous trouvons la même « technique » pour le calcul de termes de la suite. Les élèves calculent d'abord les termes de la suite sans utiliser le tableur et ensuite, ils tapent leurs résultats sur la feuille de calcul. Pendant la séance, Mme P_{SCEP} a dû intervenir pour insister sur l'utilisation d'une formule-tableur.

Une autre tâche effective de cette séance est de reconnaître une formule-tableur de la suite parmi les trois propositions. Mme P_{SCEP} attend que les élèves essaient les trois formules sur tableur pour choisir la bonne formule pour obtenir les termes de la suite en la recopiant. En fait, une partie de l'attente de Mme P_{SCEP} est réalisée : les élèves essaient les formules sur tableur. Mais ils n'utilisent pas la dernière formule à partir de laquelle Mme P_{SCEP} souhaite aborder la notion de référence absolue. Mme P_{SCEP} doit donc inciter les élèves à essayer cette formule. Dans l'édition de la formule, pour avoir la référence absolue, les élèves proposent d'utiliser la touche \$ du clavier. Mme P_{SCEP} souhaitant avoir la référence absolue avec la touche F4 qui est la technique présentée dans les manuels, refuse la technique proposée par les élèves.

Une autre tâche porte sur une formule-tableur : les élèves doivent construire une formule pour le calcul du total des sommes versées jusqu'à une année donnée et la recopier vers le bas. Aucune « technique instrumentée » n'apparaît dans la classe pour cette tâche. Les élèves vont 'à la pêche' : ils essaient différentes formules sans réflexion.

Dans certain cas, les interventions de Mme P_{SCEP} n'aident pas beaucoup les élèves en ce sens qu'elle n'identifie souvent pas la difficulté à laquelle les élèves sont confrontés. Elle propose des fonctionnalités du tableur inadéquates comme l'utilisation du bouton sommant automatiquement une colonne.

Concernant la pratique du tableur, Mme P_{SCEP} ne semble pas porter d'importance particulière à la façon dont les différents gestes peuvent être effectués par les élèves. Par exemple, dans une intervention auprès d'un élève, pour la recopie vers le bas elle passe de l'utilisation de la poignée de recopie à celle du menu *Édition*. Il nous semble que le choix d'une procédure pour un même geste n'est pas neutre du point de vue de l'appropriation du tableur par les élèves. En effet, ces procédures semblent stables chez les élèves, comme en témoigne l'observation plus particulière que nous avons faite d'une élève (Léa).

Nous constatons que Léa utilise les menus du tableur plus souvent que les 'raccourcis'. Par exemple, pour la recopie, l'élève utilise la commande *Recopier* dans le menu *Édition* plutôt que la poignée. Un autre exemple pour la suppression du contenu de cellule est l'utilisation de la commande *Contenu Suppr* de *Effacer* dans le menu *Édition* et non pas la touche de *Suppr* de clavier. En revanche, pour l'entrée d'une formule comportant une référence à une cellule, l'élève applique un raccourci : dans la zone de formule, la référence est entrée en pointant sur la cellule et non pas en tapant au clavier.

Dans cette observation, nous constatons que l'élève trouve une solution en ajustant ses connaissances sur le tableur : à cause d'une erreur de sélection des cellules, le bouton *Réduire les décimales* ne change pas le format. Cela conduit Léa d'abord à appliquer le bouton cellule par cellule. Puis elle termine en recopiant vers le bas pour changer le format des cellules suivantes avec un seul geste.

Nous récapitulons ces résultats dans le tableau suivant :

Type de tâche	Tâche sur tableur	Ce qu'attend Mme P _{SCEP}	Ce qui émerge dans la classe
T4b	Remplir la colonne des années	Utiliser la fonction recopie du tableur	Taper les nombres un par un
T1	Faire le calcul des termes de la suite	Construire une formule-tableur et la recopier	Calculer les termes de tête et les entrer un par un
M1	Choisir une formule-tableur parmi les trois propositions	Essayer les trois formules et observer la référence absolue	Essayer sur tableur les deux premières formules dont la deuxième donne les bons résultats
T3b T2	Construction d'une formule pour le calcul de somme de versement	<i>Il ne semble pas que Mme P_{SCEP} ait une attente claire vise à vise de cette tâche. Une réponse correcte serait : -Entrer la formule =B3+C2 en C3 et recopier vers le bas. Mais, dans ses interventions, Mme P_{SCEP} indique une « technique » inappropriée : -Utilisation de la somme automatique du tableur</i>	'pêche'
T3a	Entrer la référence absolue	Utilisation de la touche F4	Utilisation de la touche \$ sur clavier
Gestes tableur	Réduire les décimales	<i>Mme P_{SCEP} ne donne pas d'indication particulière</i>	Utilisation du bouton <i>Réduire les décimales</i> pour chaque cellule. Puis recopier ces cellules ayant le changement de format vers le bas. (Léa)
	Supprimer les cellules		Utilisation de la commande <i>Contenu Suppr d'Effacer</i> dans le menu <i>Edition</i> . (Léa)
			Référence par pointage de la cellule (Léa)

Tableau 21. Tableau récapitulatif des techniques instrumentées attendues et émergées - 1^{ère} séance en salle informatique

II. Analyse quantitative des interventions

Nous avons repéré 100 interventions au total dans cette séance. Nous les avons réparties dans trois catégories : *interventions informatiques*, *interventions didactiques/mathématiques* et *interventions pédagogiques*. La Figure 39 montre la répartition.

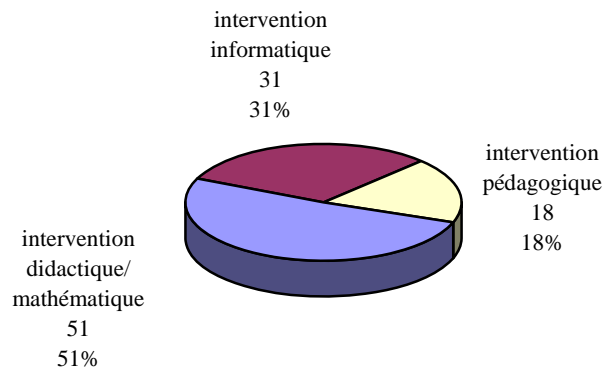


Figure 39. répartition des interventions de Mme P_{SCEP} en trois catégories dans la première séance en salle informatique

La prédominance des interventions didactiques/mathématiques est tout de suite à remarquer dans la totalité des interventions (51%). Les interventions informatiques représentent 31% des interventions.

Etudions en détail chaque catégorie en présentant la répartition de sous-catégories.

Interventions pédagogiques :

Il s'agit de 18% des interventions. Donnons d'abord leur répartition dans trois sous-catégories :

<i>Interventions pédagogiques</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble des interventions
Prise d'information sur le travail	8	44,4	8
Mise au travail	3	16,7	3
Rappel au travail	7	38,9	7
<i>TOTAL</i>	18	100	18

Tableau 22. interventions pédagogiques de Mme P_{SCEP} / 1^{ère} séance en salle informatique

La prise d'information sur le travail représente 44,4 % des interventions pédagogiques. Pour suivre le travail des élèves, Mme P_{SCEP} pose des questions sur les différents aspects des leurs activités. Par exemple, elle interroge un élève sur la façon dont il a réalisé un calcul pour s'assurer de l'utilisation du tableur. Pour un autre élève, elle s'intéresse à la formule – tableur construite.

Les deux autres catégories, *le rappel au travail* et *la mise au travail* qui concernent respectivement 38,9 % et 16,7 % des interventions pédagogiques, portent sur le comportement des élèves. Mme P_{SCEP} intervient pour réveiller ou calmer individuellement certains élèves. Une intervention collective rappelle le baccalauréat pour motiver les élèves.

Interventions informatiques :

Nous avons repéré 31 interventions informatiques qui représentent 31 % de toutes les interventions faites pendant cette séance.

Le Tableau 28 présente la répartition des sous - catégories :

<i>Interventions informatiques</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble des interventions
Aide informatique générale	3	9,7	3
Aide sur tableur	13	41,9	13
Indication technique	11	35,5	11
Explication informatique	4	12,9	4
<i>TOTAL</i>	31	100	31

Tableau 23. interventions informatiques de Mme P_{SCEP} / 1^{ère} séance en salle informatique

L'aide sur tableur prédomine dans cette classe d'interventions avec une fréquence de 41,9 %. Dans cette séance, ces interventions portent majoritairement sur la technique de recopie d'une formule vers le bas. Mme P_{SCEP} a dû soit présenter les techniques de recopie (la commande de *Recopie* ou poignée de recopie) soit corriger les gestes non-pertinents des élèves dans l'application de ces techniques. Les autres aides apportées par Mme P_{SCEP} concernent la technique consistant à avoir une référence absolue, la recherche des raisons d'un affichage inattendu par les élèves et aussi l'installation du bouton absent sur la barre d'outils.

L'indication d'une technique instrumentée est très présente aussi avec 35,5%. Toutes les interventions de Mme P_{SCEP} dans cette forme ont l'objectif de conduire les élèves à l'utilisation de la fonction de recopie du tableur. Il s'agit de son utilisation pour le calcul de termes de la suite en éditant une formule-tableur mais aussi pour la construction d'une feuille de calcul (par exemple pour la colonne présentant les indices de termes de la suite).

L'explication informatique de Mme P_{SCEP} qui représente 12, 9 % des interventions de cette catégorie, concerne seulement l'ajustement des références aux cellules dans le cas d'une référence relative et la référence absolue lorsqu'on recopie une formule.

Pour *l'aide informatique générale*, nous notons 3 interventions, soit 9,7%. Ces interventions ont eu lieu au début et à la fin de la séance. Au début de la séance, il s'agissait de donner les mots de passe nécessaires pour se connecter au réseau de l'école et à la fin, il s'agissait d'enregistrement des documents.

Dans l'ensemble, les interventions informatiques dégagent l'impression qu'il s'agissait d'une séance d'initiation des élèves à l'utilisation du tableur. Les interventions informatiques de Mme P_{SCEP} se focalisent principalement sur l'utilisation de la fonction de recopie du tableur et sur les références des cellules.

Interventions didactiques/mathématiques :

La moitié des interventions (51%) appartient à cette catégorie. Le tableau suivant donne la répartition des sous-catégories :

<i>Interventions didactiques/mathématiques</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble des interventions
Explication mathématique	8	15,7	8
Indication stratégique	15	29,4	15
Validation du travail	28	54,9	28
<i>TOTAL</i>	51	100	51

Tableau 24. interventions didactiques/mathématiques de Mme P_{SCEP} / 1^{ère} séance en salle informatique

Les interventions de Mme P_{SCEP} pour *la validation du travail* des élèves sont très dominantes dans les interventions didactiques/ mathématiques mais aussi dans l'ensemble des interventions de cette séance, respectivement 54,9% et 28%. Cette prédominance nous conduit à étudier la nature de ces interventions. Le Tableau 30 présente cette répartition du type de validation définie dans la partie méthodologie (cf. Chapitre 3)

Validation du travail					
	Type I	Type II	Type III	Type IV	TOTAL
Nombre d'interventions (Int.)	14	6	7	1	28
% d'Int. de Validation	50	21,4	25	3,6	100
% d'Int. didactique/mathématiques	27,5	11,8	13,7	2	54,9
% d'int. Totales	14	6	7	1	28

Tableau 25. répartition du type de validation de Mme P_{SCEP} / 1^{ère} séance en salle informatique

Selon notre classification, c'est seulement dans le type III que le professeur intervient lui-même sur le travail des élèves et dans les autres types, c'est l'élève qui montre son travail au professeur.

Dans le tableau ci-dessus, nous remarquons tout de suite un nombre important d'interventions du type I. Il s'agit d'une courte validation sans commentaire sur le travail à la demande des élèves. Le tableau nous indique aussi une forte demande des élèves pour la validation de leur travail par le professeur (soit 75% des interventions de validation, type I, II et IV). Mme P_{SCEP} fait des commentaires, explications ou elle pose une question sur le travail dans seulement 21,4 % de ses validations (type II). Pour le reste de ses interventions, elle se contente juste de confirmer ou de refuser le travail des élèves. Les commentaires et les remarques de Mme P_{SCEP} après la validation du travail sont très variés dans cette séance : attirer l'attention des élèves sur l'utilisation d'une formule-tableur ou sur la possibilité de saisir différentes formules-tableur pour une suite, demander de faire les questions manquantes dans le travail de l'élève et aussi demander à l'élève de préciser la tâche suivante à faire (la recopie de formule).

L'indication stratégique représente 30% des interventions didactiques/mathématiques (soit 15 interventions). Cette sous-catégorie contenait les propositions, les orientations du travail des élèves par le professeur. Pour cette séance, les indications stratégiques de Mme P_{SCEP} concernent les points suivants : des conseils généraux (réfléchissez, relisez ou essayez d'autre chose, etc.) (5 interventions), l'essai des trois formules-tableur données dans l'énoncé pour la suite (4 interventions), le contrôle des formules-tableur déjà saisies pour le calcul des termes de la suite et aussi pour le calcul de la somme de termes (3 interventions), la précision de la nature de la formule à construire par rapport à l'énoncé (une formule-tableur ou une formule mathématique)(2 interventions) et dernièrement la possibilité de construire une formule –tableur plus simple pour le calcul de somme (1 intervention).

Nous remarquons que les interventions de Mme P_{SCEP} dans ce mode se focalisent sur la formule –tableur.

Nous avons repéré 8 interventions d'*explication mathématique* soit 15,7% des interventions didactiques/mathématiques. Les explications de Mme P_{SCEP} dans cette séance portent sur la notation

indicielle d'une suite (4 interventions) et l'interprétation de l'énoncé pour le calcul de termes (3 interventions). Nous trouvons aussi une intervention de Mme P_{SCEP} sur la détermination d'un coefficient multiplicateur.

Récapitulons toutes les interventions de Mme P_{SCEP} dans cette séance dans un tableau :

Type d'interventions		Nombre d'interventions	
<i>Interventions informatiques</i>	Aide technique générale	3	31
	Aide technique sur tableur	12	
	Indication technique	11	
	Explication informatique	5	
<i>Interventions didactiques/ mathématiques</i>	Explication mathématique	8	51
	Indication stratégique	15	
	Validation du travail	28	
	Indication technologique		
<i>Interventions pédagogiques</i>	Prise d'information sur le travail	8	18
	Mise en travail	3	
	Rappel au travail	7	
TOTAL		100	

Tableau 26. les interventions de Mme P_{SCEP} / 1^{ère} séance en salle informatique

En conclusion, nous constatons d'abord que les élèves avancent principalement dans leur travail en demandant la confirmation du professeur. Cependant, le contrôle que Mme P_{SCEP} peut exercer sur les productions des élèves est assez léger, et donc il arrive souvent que ceux-ci continuent leur travail après une réponse erronée. En fait Mme P_{SCEP} s'assure le plus souvent que les élèves entrent bien une formule ou des données, mais ne va pas jusqu'à contrôler avec précision les résultats affichés. Les interventions de Mme P_{SCEP} se focalisent sur les formules-tableur pour le calcul des termes de la suite ainsi que sur le calcul de la somme des termes, soit en essayant d'attirer l'attention des élèves, soit en indiquant leur utilisation. La notation indicielle d'une suite et l'interprétation de l'énoncé pour le calcul de termes apparaissent comme les principaux sujets mathématiques abordés dans les interventions de Mme P_{SCEP}.

Cette étude nous montre que dans cette séance, le fonctionnement de Mme P_{SCEP} est fait d'interventions individuelles multiples sur le travail de ses élèves (environ 2 interventions par minute). Les discours généraux dans certaines recherches concernant les apports de l'utilisation d'un ordinateur en classe, postulent souvent que cette utilisation permet aux élèves d'avoir une certaine autonomie et un auto-contrôle de leur travail. Cette observation où les élèves travaillent en permanence sous le contrôle du professeur montre une situation inverse. Ce point reste à observer dans les séances suivantes pour étudier nos hypothèses concernant le contrat existant dans la classe, les habitudes de Mme P_{SCEP} et les caractéristiques des situations avec le tableur.

2.5. Conclusion

Pour cette première séance en salle informatique sur le chapitre des suites, Mme P_{SCEP} est gênée par le fait qu'elle a avancé moins vite que prévu dans le cours sans ordinateurs et que donc, les tâches prévues avec le tableur ne peuvent être proposées aux élèves. En effet, elle voit les séances en salle informatique comme une « application » sur tableur de ce qui a été vu en cours. Mais elle a seulement introduit la notion de suite et les notations sans aborder la définition d'une suite arithmétique. Elle est donc conduite à choisir des tâches dans un manuel qui adopte un schéma inverse au sien.

Son fonctionnement pendant la séance est celui qu'elle adoptera dans les autres séances : passer d'un poste à l'autre et prendre en charge chaque élève individuellement.

Après l'installation et la résolution des problèmes de connexion, la première difficulté est relative à une ambiguïté de l'énoncé (double de l'âge ou de la valeur initiale) qui a une incidence sur la nature de la suite et qui n'est pas vue tout de suite par Mme P_{SCEP} . Une seconde difficulté dans le premier exercice est que plusieurs élèves entrent des valeurs de la suite qu'ils ont calculées et n'emploient donc pas de formule-tableur. Mme P_{SCEP} doit insister sur l'intérêt des formules-tableur. Pour certains élèves elle explique cet intérêt par le cas des "grands nombres", pour d'autres, elle emploie un argument d'autorité.

Dans l'exercice qui vise l'introduction des références absolues pour l'expression explicite des termes de la suite, les élèves n'ont pas à entrer une formule-tableur, mais à choisir parmi trois propositions. Ceux qui ont commencé directement à travailler sur tableur, sans suivre l'ordre de tâches sur la fiche de travail qui impose d'abord un travail en papier-crayon, ont déjà entré une formule-tableur avant d'avoir pris conscience du choix à faire. Il se trouve aussi que la deuxième formule proposée convient alors que c'est la troisième qui doit permettre de montrer aux élèves les références absolues.

Le problème posé à Mme P_{SCEP} est que les élèves n'essaient pas cette troisième formule, soit parce qu'ils ont déjà entré une formule, soit parce que la seconde formule donne la réponse. Mme P_{SCEP} ne parvient pas vraiment à expliquer la notion de référence absolue à toute la classe mais seulement à un ou deux élèves par intervention individuelle.

Pour la somme des valeurs de la suite, les élèves entrent différentes formules, généralement non pertinentes, puis s'arrêtent. Ils ne cherchent pas à contrôler la validité de leur formule en vérifiant des résultats affichés par le tableur. Ils n'appellent pas non plus Mme P_{SCEP} , car il ne leur semble pas qu'il y ait une difficulté, et, soit la séance se termine, soit, ils passent à la suite. Ceci semble une conséquence du fonctionnement de Mme P_{SCEP} : les élèves ont peu de contrôle sur les actions qu'ils font sur le tableur et passent à la suite si Mme P_{SCEP} n'a pas détecté une erreur.

Finalement, bien que les élèves aient déjà rencontré le tableur, cette séance apparaît davantage orientée vers l'utilisation générale de cet outil sans que les questions mathématiques relatives aux suites soient vraiment présentes. L'observation des élèves et l'analyse des interventions du professeur nous indiquent que les élèves considèrent encore une feuille de calcul comme un tableau à remplir sur l'ordinateur plutôt que comme un outil de calcul. Cela conduit Mme P_{SCEP} à insister sur les fonctionnalités générales d'un tableur (utilisation d'une formule, recopie, etc.)

3. L'étude de la suite arithmétique en salle de cours (sans ordinateurs)

Précisons d'abord qu'à cause d'un problème technique d'enregistrement, les données recueillies sur cette séance se restreignent aux notes prises par l'observateur.

Mme P_{SCEP} aborde la notion de suite arithmétique dans cette séance. Le cours commence par une définition se référant aussi à la croissance linéaire :

« Lorsqu'on passe d'un terme d'une suite au suivant en ajoutant ou retranchant toujours le même nombre, on dit que la suite est arithmétique. On parle alors de croissance linéaire »

Pour illustrer cette définition, elle reprend l'exemple de « Sabine » sur lequel les élèves avaient travaillé dans la séance précédente en salle informatique (Exercice 1 : Sabine reçoit 100 € à la naissance, puis on ajoute le double de son âge à 100 pour chaque anniversaire, 102 € à 1 an, 104 € à 2 ans, etc.).

Avant de passer aux exercices, Mme P_{SCEP} présente deux types de définition d'une suite arithmétique sous le titre de *formules* : *suite arithmétique* : la formule « par récurrence » et la formule « en fonction de n ». Elle montre également comment cette dernière formule se déduit de la première.

Le reste de la séance est consacré à quatre exercices du manuel Indice. Le premier exercice porte sur le calcul de termes d'une suite arithmétique à partir de la raison et du terme initial. Il s'agit des premier, deuxième, huitième et dixième termes de la suite (exercice d'application n°2, p.33, manuel Indice). Après avoir laissé quelques minutes aux élèves pour la recherche des termes de la suite, Mme P_{SCEP} envoie un élève au tableau. À part une faute de calcul arithmétique, l'élève trouve tous les termes de la suite. Il calcule d'abord le deuxième terme à partir du premier terme, c'est-à-dire avec la relation de récurrence puis pour les autres, il utilise la définition explicite.

Le deuxième exercice concerne le calcul de la raison et du premier terme à partir de deux termes non successifs d'une suite arithmétique (n°3, p.33, manuel Indice). Mme P_{SCEP} traite elle-même cet exercice au tableau en expliquant la résolution algébrique.

Le calcul des éléments caractéristiques d'une suite arithmétique est abordé dans la troisième question (exercice d'entraînement, n°1, p. 38, manuel Indice). À partir de la donnée des valeurs de

la suite d'indice pair, il est demandé de préciser ces éléments. Pour éclaircir la question, Mme P_{SCEP} explique aux élèves que « *pour définir une suite arithmétique, il faut connaître le premier terme et la raison. Si vous connaissez pas le premier terme, vous connaissez pas la suite* ». La réponse est écrite par un élève au tableau : terme initial et raison.

La séance se termine par un dernier exercice (n°3, p.38, manuel Indice) qui porte sur le calcul de raison et du terme initial à partir de deux termes donnés. Il est demandé aussi le calcul du centième terme de la suite. Cet exercice est résolu par un élève au tableau.

4. Deuxième séance en salle informatique concernant les suites

4.1. Présentation générale de la séance

Dans cette séance, les élèves continuent à travailler sur la fiche de travail de la séance précédente en salle informatique.

Au début de la séance, Mme P_{SCEP} nous précise qu'elle a contrôlé les fiches de travail remplies par les élèves à la séance précédente, ce qui lui a permis de remarquer que ceux-ci ne se sont pas appropriés la notion de référence absolue. Elle pense donc reprendre cette notion par une mise au point sur l'exercice 1 de la séance précédente, puis faire travailler les élèves individuellement sur l'exercice 2 qui a été abordé seulement par quelques élèves :

« Aujourd'hui ils continuent, j'ai quelques choses à leur dire avant, parce qu'ils sont un peu plantés dans la référence de cellule. Je leur donne ça. »

Les 16 élèves sont présents. Une grande majorité des élèves s'installe au même poste qu'à la séance précédente (Figure 40). Nous avons pu, pour cette séance, relever leur position dans la salle, qui est indiquée dans le schéma ci-contre et servira à étudier les déplacements de l'enseignante.

Les élèves commencent à travailler sur l'exercice 2 de la première partie de la fiche de travail. Puis, la deuxième partie de la fiche de travail est étudiée par quelques élèves.

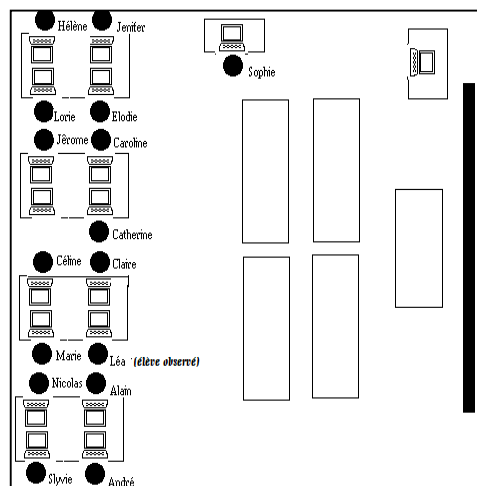


Figure 40. Placement des élèves en salle informatique pour la deuxième séance

4.2. Analyse des exercices proposés

Comme nous l'avons déjà dit, dans cette séance les élèves continuent à travailler sur la fiche de travail donnée dans la séance précédente.


Partie I. Exercice 2. La majorité des élèves commencent par le deuxième exercice de la première partie que nous avons analysé plus haut (cf. première séance en salle informatique, p. ...) Rappelons ici l'énoncé de cet exercice portant sur la comparaison de l'évolution de deux populations.

2° Deux colonies U et V d'insectes ont 1 000 individus au départ.
Par la suite, la colonie U augmente de 100 individus par mois et la colonie V augmente de 6 % par mois.

a) Justifier les deux formules :
 • $u_0 = 1\,000$ et $u_{n+1} = u_n + 100$;
 • $v_0 = 1\,000$ et $v_{n+1} = v_n \times 1,06$.

b) Adapter ces formules aux cellules du tableau ci-contre.

c) D'après le tableau des valeurs obtenu, donner le nombre d'insectes de chaque colonie au bout d'un an :

Remarque
Un nombre d'insectes est un entier ! À l'aide du bouton  de la barre d'outils, arrondir à l'entier le plus proche.

d) À partir de quel mois la population V de la colonie a-t-elle doublé ?
Justifier en donnant les deux calculs qui prouvent le résultat.

e) À partir de quel mois la colonie V a-t-elle dépassé la colonie U en individus ?
Donner tous les calculs qui permettent de justifier.

	A	B	C
1	mois	U	V
2	0	1000	1000
3	1		
4	2		
5	3		
6	4		
7	5		
8	6		

Partie II de la fiche de travail : 'Étude d'une évolution'

L'objectif énoncé par la fiche de travail porte sur « les outils de comparaison pour l'étude d'évolution d'une série chronologique ». Pour réaliser cette étude, selon l'énoncé, la différence de deux termes consécutifs et du quotient de ces deux termes de la série, doivent être calculés. Il s'agit donc, l'accroissement (annuel, journalier) du coefficient multiplicateur et du taux d'accroissement.

Dans une partie intitulée « synthèse » à la fin de la fiche de travail, la formulation de « ces outils » est présentée. L'accroissement annuel et le taux d'accroissement sont associés respectivement aux notions de variation absolue et de variation relative dans cette présentation. Ces notions pourraient servir de base à l'élaboration d'une technique pour reconnaître la nature d'une suite (arithmétique ou géométrique) ou les types de croissance (linéaire ou exponentielle) comme nous allons montrer dans le chapitre suivant consacré aux pratiques de l'autre professeur observé (Mme P_{EX.}). Mais ici, l'exercice n'aborde pas cette problématique.

TD2 Étude d'une évolution

problématique Lors de l'étude d'une série chronologique, on est amené à comparer une valeur à la valeur précédente dans la suite de données. Quels sont les outils de comparaison ?
La plupart du temps, on s'intéresse à la différence de deux termes consécutifs ou au quotient de ces deux termes.

1° Depuis plusieurs années, une ville a vu sa population augmenter (valeurs données en ligne 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	années	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	population	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6050	6655	7321	8053
3	accroissement annuel		=C2-B2								
4	coefficient multiplicateur		=C2/B2								
5	taux d'accroissement		=(C4-1)*100								
6											

a) Entrer ces valeurs dans une feuille de calcul, ainsi que les formules en colonne C. Tirer ces formules jusqu'à la colonne K. En donner une signification :
l'accroissement annuel est le coefficient multiplicateur est

b) Sur quelles années la population a-t-elle augmenté de façon régulière :
en nombre ? en pourcentage ?

c) Indiquer le sens de variation de la population :
de l'accroissement annuel et du taux d'accroissement

2° Après un pic d'épidémie, le nombre de nouveaux cas d'une maladie suit la progression suivante :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	nombre de jours	0	1	2	3	4	5	6	7
2	cas nouveaux	2955	1713	1029	617	370	300	230	160
3	accroissement journalier								
4	coefficient multiplicateur								

a) Entrer les données et compléter le tableau ci-dessus.

b) Comment se lit l'accroissement journalier sur le graphique ?

c) Indiquer le sens de variation de l'accroissement journalier et du coefficient multiplicateur.

synthèse Lorsque l'on connaît la suite des valeurs prises par une grandeur chaque année :

- l'accroissement annuel ou **variation absolue** est : $\text{valeur} - \text{valeur précédente}$.
Il s'exprime dans la même unité que la grandeur étudiée et il est négatif lors d'une diminution.
- le taux d'accroissement ou **variation relative** est : $\frac{\text{valeur} - \text{valeur précédente}}{\text{valeur précédente}}$.
Il n'a pas d'unité, se calcule à partir du coefficient multiplicateur et s'exprime en pourcentage.

Exercice 1. Dans l'énoncé, les données de la série sont présentées sur une feuille de calcul. Les questions sont regroupées en trois items

a. L'exercice commence par la construction de la feuille de calcul donnée dans l'énoncé. Il est demandé de recopier les formules –tableur affichées jusqu'à la colonne K. Les questions suivantes s'appuient sur une lecture de la feuille de calcul.

La première question demande de donner « une signification » à l'accroissement annuel et au coefficient multiplicateur. Sur la feuille de calcul, ils sont exprimés par des formules-tableur. Il s'agit donc d'interpréter ces formules.

b. La question porte sur la lecture de l'accroissement annuel et du taux d'augmentation pour préciser la période d'une augmentation régulière pour chacune. Mais ils sont indiqués par leur unité et non pas par leur nom (nombre pour l'accroissement annuel et pourcentage pour le taux d'accroissement). L'objectif de la question est aussi de préciser cette différence.

c. La dernière question concerne le sens de variation. Cette notion a été abordée lors de la première séance sur les suites. Les élèves doivent reconnaître s'il s'agit d'une suite croissante ou décroissante pour la population ainsi que pour l'accroissement annuel et le taux d'accroissement.

Exercice 2. Cet exercice comprenant trois questions (a, b et c) se présente comme une application de l'exercice précédent. Les élèves doivent construire une feuille de calcul semblable à la précédente en utilisant les mêmes formules-tableur (a) Dans l'énoncé, la série chronologique est représentée également par un graphique. Il est demandé aux élèves de lire l'accroissement journalier sur cette représentation (b). La dernière question consiste en la lecture du sens de variation de l'accroissement journalier et du coefficient multiplicateur.

4.3. Déroulement et analyse local de la séance à travers les phases

Nous organisons le déroulement de la séance à partir des activités des élèves plutôt que selon la chronologie. En effet, les séances en salle informatique de Mme P_{SCEP} se déroulent individuellement pour chaque élève à son rythme.

Nous divisons donc la séance en cinq phases qui sont toutes effectuées par Léa, l'élève que nous avons observée :

Phase 1 : Explication de Mme P_{SCEP} sur les références aux cellules

Phase 2 : Mise au travail des élèves

Phase 3 : Calcul de valeurs

Phase 4 : Lecture et comparaison de valeurs obtenues sur la feuille de calcul

Phase 5 : Travail d'application (deuxième partie de la fiche)

Phase 1 : Explication de Mme P_{SCEP} sur les références des cellules

Comme nous l'avons expliqué plus haut, Mme P_{SCEP} souhaite reprendre les notions de référence absolue et relative « non comprises » par les élèves. Elle y consacre quelques minutes au début de la séance en faisant la correction de la question concernée dans laquelle il faut choisir parmi les trois formules-tableur proposées (Exercice 1, Analyse des exercices proposés).

Différence entre référence relative et référence absolue : une démonstration au tableau

Mme P_{SCEP} écrit au tableau les trois formules-tableur proposées dans l'exercice. Puis elle demande ce que deviennent ces formules dans la ligne suivante quand elles sont recopiées vers le bas. Elle attend quelques secondes pour que les élèves répondent. Aucun élève ne donne une réponse. Mme P_{SCEP} commence alors à écrire les formules-tableur pour la ligne suivante. Après avoir vu le changement, les élèves accompagnent Mme P_{SCEP} pour les formules suivantes.

Mme P_{SCEP} utilise le tableau noir, sans doute en raison de l'absence d'un vidéo projecteur. Utiliser le tableau plutôt qu'un video-projecteur la conduit à demander aux élèves d'anticiper l'effet d'une recopie sur les deux types de référence.

L'écriture de la dernière formule contenant une référence absolue déclenche les questions des élèves. Mme P_{SCEP} explique d'abord que dans la dernière formule, la cellule marquée par le signe de dollar va rester la même cellule dans la formule. Il s'agit donc de garder la valeur de cette cellule quand la formule est recopiée. Pour les autres cellules non identifiées par ce signe, le numéro de ligne va augmenter et donc les cellules vont changer. Après la question d'un élève sur le signe dollar, elle précise qu'il signifie qu'il s'agit d'une adresse absolue. Si ce signe n'est pas présent, il s'agit d'une adresse relative.

D5	<p>[...]</p> <p>tableau</p> <p>E₁ : je ne comprends pas, B dollar deux, pourquoi B dollar deux ?</p> <p>P : bon, ici quand vous recopiez vers le bas là vous allez augmenter le numéro de ligne, vous allez [inaudible] le numéro de ligne là, ici aussi, tandis que là, ça va être toujours la même cellule qui est... en B2, en B2, vous avez 100, dans la case B2, vous avez 100, quand vous recopiez vers le bas vous allez garder 100.</p> <p>E₂ : c'est quoi madame S ?</p> <p>P : le dollar, le signe de dollar. Ça va dire ça... ici adresse absolue...ici l'adresse relative</p> <p>[...]</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>B2 = 100 $=B2 + 2 \times A3 = B2 + 2 = \\$B\\$2 + 2 \times A3$</p> <p>B3+ 2x A4 = B3+2 = \$B\$2+2xA4 <i>adresse relative adresse absolue</i></p> </div>
-----------	--	---

Bilan de la question portant sur les trois formules-tableur à choisir

Après avoir ainsi expliqué le fonctionnement des deux types de référence, Mme P_{SCEP} donne la réponse à la question de l'exercice. Elle précise que les termes de la suite peuvent être obtenus par la deuxième formule ($=B2+2$) et aussi par la troisième formule ($=\$B\$2+2 \times A3$). Mme P_{SCEP} développe les motifs de leur utilisation en notant que la troisième formule, qui comporte des références absolues, permet d'actualiser automatiquement les données. La troisième formule est donc « la meilleure » parmi les formules proposées :

D5	<p>P : [...] alors on vous demandait de choisir la formule pour obtenir dans la colonne D le versement de grand-mère</p> <p>E : pourquoi [inaudible]</p> <p>P : oui je pose une question, quelle était celle qui était mauvaise déjà ?</p> <p>E : c'était la première... non, B2 plus 2</p> <p>P : non, celle-là, celle-là était mauvaise, non la deuxième marchait puis qu'à chaque fois vous ajoutez 2</p> <p>E : et pourquoi vous m'avez dit [inaudible]</p> <p>P : je me suis trompée sur le vôtre ... mais la meilleure était la troisième, parce que si vous voulez changer le versement initial de la grand-mère, tout va se mettre actualisé tout de suite. d'accord ? vous avez compris là ? [...]</p>
-----------	---

Mme P_{SCEP} souligne aussi la technique pour obtenir une référence absolue par la touche F4 :

D5	<p>P : [...]qui c'est qui me peut dire comment on obtient le dollar ? quand on est sur la case B2, qu'est-ce qu'on fait ? quand on est sur la case B2 qu'est-ce qu'on fait pour avoir dollar B dollar 2, sur quelle touche on appuie ?</p> <p>E : sur</p> <p>P : André va tout comprendre là ! oui sur quelle touche on appuie ?</p> <p>E : ...F4</p> <p>P : très bien, si vous appuyez sur la touche, vous allez avoir ça. ... ligne 2colonne B</p>
-----------	--

En revanche, elle ne fait pas de remarque sur la définition d'une suite, alors que la deuxième formule correspond à une définition par récurrence et que la troisième correspond à une définition explicite.

Phase 2 : Mise au travail des élèves

Rappelons que les élèves travaillent dans cette séance sur la fiche de travail de la séance précédente. Les élèves n'ayant pas avancé au même rythme, Mme P_{SCEP} indique les exercices sur lesquels chaque élève peut continuer à travailler, et explique à chaque élève ses corrections sur les fiches de travail rendues à la séance précédente.

Phase 3 : Vers la comparaison de deux populations

La majorité des élèves commence par le deuxième exercice de la séance précédente. Il s'agit de faire une comparaison d'évolution entre deux populations dont une suit une progression arithmétique et l'autre suit une progression géométrique.

Changement du format de cellules : « Réduire les décimales »

Les élèves se mettent à construire une feuille de calcul à partir de celle qui est donnée dans l'énoncé sans suivre l'ordre des tâches proposées. Sur tableur, par défaut, les élèves obtiennent les termes de la deuxième suite dans le format de nombres décimaux puis qu'il s'agit d'un coefficient multiplicateur 1,06. Dans l'énoncé, il est demandé d'arrondir ces nombres à l'entier en utilisant le bouton *Réduire les décimales* parce qu'il s'agit de la valeur d'une population. Cependant, comme Marie dans l'extrait D16, les élèves qui ne suivent pas l'ordre des tâches ne remarquent pas, au début de leur travail, cette explication qui se trouve dans le troisième item de l'exercice. Mme P_{SCEP} intervient donc pour montrer le bouton.

D16	<p>P : ça va Marie ? ...je ne vois pas, pardon, pas pratique ici. Marie : c'est ça madame P : il y a un petit problème Marie: bon ? c'est quoi ? c'est bonne formule ? P : oui, mais il y a un petit problème. Est-ce qu'on peut avoir mille cent vingt trois virgule six insectes ? Marie: il faut arrondir ! P : arrondir à la plus proche Marie : et pour arrondir ? P : c'est, cette touche-là, réduire les décimales encore, encore...d'accord, voilà</p>
------------	---

Dans certains cas (Sophie D22), la barre d'outils comportant le bouton n'est pas présente, et Mme P_{SCEP} doit indiquer l'utilisation du menu :

D22	<p>Sophie : il est où là... ? P : de quoi ? Sophie : les petits zéros pour arrondir P : oui, ils ne sont pas, zut! je ne sais pas comment ils apparaissent Ce n'est pas ça, ...Affichage...ça, pas ça...je sais plus comment le faire, ouf !... on va faire autrement, on va faire comme ça, je n'ai pas trouvé, ...cellule...</p>
------------	--

Justification des formules-mathématiques des suites

La première question de cet exercice est de justifier les formules mathématiques récurrentes proposées dans l'énoncé pour les deux populations. Mme P_{SCEP} doit expliquer comment les élèves peuvent les justifier. Elle propose de préciser le terme initial et la raison sans chercher à faire utiliser les termes calculés sur tableur.

D16	<p>Marie: pour justifier la formule, comment on fait justifier ?</p> <p>P : là, vous avez une suite arithmétique... la raison 100 et premier terme est 1000, U_0 est égal 1000, et là une augmentation 6 pour cent par mois donc le coefficient multiplicatif est 1.06, et une suite géométrique</p> <p>Marie : et on peut dire que la suite arithmétique et la suite géométrique ?</p> <p>P : oui</p>	D20	<p>E : Comment je vérifie la formule ?</p> <p>P : là ici, une suite arithmétique, tous les mois on met 100, de la raison ça, premier terme u_0 est 1.000 et l'autre est la suite géométrique.</p> <p>P : vous donnez toujours la raison et le premier terme</p> <p>E : zéro égal 1.000</p> <p>P : u_0 égal 1.000 si non on va mélanger deux suites.</p>
------------	---	------------	--

La méthode proposée par Mme P_{SCEP} met en avant la nature de la suite, alors que la notion de suite géométrique qui correspond à la deuxième population n'a pas encore été étudiée. La justification numérique en utilisant les résultats obtenus sur tableur n'apparaît pas.

Phase 4 : Comparaison de l'évolution de deux populations

Dans cette phase, les élèves travaillent sur la comparaison de l'évolution de deux populations à partir de la feuille de calcul établie. Il s'agit de faire une lecture de la feuille de calcul pour préciser le terme demandé (doublement du nombre de la population, croisement des deux populations).

La difficulté rencontrée par les élèves est la justification de leur réponse. Pendant cette phase, Mme P_{SCEP} a dû expliquer qu'il s'agit de la justification numérique en donnant les valeurs des termes concernés et les termes voisins

D38	<p>Lorie : madame, il nous demande de calculer, je n'ai pas compris</p> <p>P : ça sers à quoi le tableur ?!!</p> <p>Lorie : à calculer</p> <p>P : et alors ?</p> <p>Lorie : oui, j'essaie de calculer mais le calcul c'est ...</p> <p>P : quoi ?</p> <p>Lorie : [inaudible]</p> <p>P : oui, que c'est difficile ? suffit de lire tableau !le calcul qu'on vous demande là, c'est simplement dire ; regardez là, là ça n'a pas doublé, là ça a doublé, si je mis ça en rouge, en 11^{ème} mois on en a 1898 et 12^{ème}, on a 2012</p> <p>Lorie : oui</p> <p>P : c'est tous ce qu'on vous demande ça, on vous demande d'écrire ça v_{11}, c'est tous !</p> <p>Lorie : mais non, justifier... ?</p> <p>P : c'est ça, c'est tous</p> <p>Lorie : c'est tous qu'on nous demande ?</p> <p>P : oui</p> <p>Lorie : on nous demande de faire les maths. le calcul mais ça...</p> <p>P : c'est ça le calcul</p> <p>Lorie : j'ai trouvé ça mais</p> <p>P : 18^{ème} ... oui c'est bon, j'ai enfin vérifié quelque chose ...</p>	D26	<p>Claire : madame</p> <p>P : oui, c'est très bien</p> <p>Claire : à partir de quel mois la population v de la colonie a-t-elle doublé ? c'est le douzième. Mais les calculs c'est v_n plus [inaudible]</p> <p>P : non, ce n'est pas si compliqué, il suffit de donner la valeur de v_{11} et la valeur de v_{12}</p> <p>Claire: d'accord ... mais pourquoi v_{11} ?</p> <p>P : parce que v_{11} ce n'a pas encore doubléArrêtez (à la classe) !!</p> <p>Claire: madame, pourquoi je ne prends pas v_{13} et v_{14} ?</p> <p>P : c'est pas la peine, je sais que la suite est croissante, donc si on copie vers le bas, si on copie vers le bas, on sait que ça serait plus grand, parce que la suite est croissante.</p> <p>Claire: d'accord... mais, je ne comprends pas comment le justifier ?</p> <p>P : il faut donner...parce que pour v_{11}, ça n'a pas encore doublé, pour v_{12} ça a doublé.</p> <p>Claire: v_{12} c'est mille neuf cents quatre vingt douze</p> <p>P : non, v_{12} c'est mille huit cents quatre vingt dix huit, c'est là</p> <p>Claire: ça correspond à...</p> <p>P : là</p> <p>Claire: oui je regarde par rapport à là</p> <p>P : là, tu le bouges</p> <p>Claire: oui, d'accord merci</p>
------------	---	------------	---

Pour la comparaison des suites, les élèves doivent recopier les termes au moins jusqu'au 18^{ème} terme pour constater le changement. Dans l'énoncé le 12^{ème} terme est explicitement demandé, certains élèves font le calcul seulement jusqu'à ce terme et ils ne peuvent pas répondre à la question de comparaison de deux suites. Mme P_{SCEP} donc intervient et elle précise la nécessité de recopier jusqu'aux grands rangs pour faire une lecture correcte :

D29	<p>Sylvie: madame, j'ai un problème</p> <p>P : oui</p> <p>Sylvie: pour ça...</p>
------------	---

	<p>P : les résultats sont bons Sylvie: j'ai un problème pour ça P : pourquoi dixième mois, pourquoi votre colonie à partir du dixième mois ça a doublé ? Sylvie: parce que deux mille P : là je mets en rouge... prenez le partie de deux milles, est-ce que ça a doublé ? Sylvie: ça c'est le résultat, mais je croyais que c'est celui-là ! P : la suite V, il y a U et V Sylvie: à partir de quel mois la population V... oui, oui ... V ça ne dépasse jamais U madame P : attendez, il faut regarder...peut-être qu'on peut copier vers le bas, ce n'est pas fini là Sylvie: encore ? P : oui... les mois passent, le temps ne s'arrête pas</p>
--	---

Phase 5 : Travail sur la deuxième partie de la fiche d'élève

À partir des dialogues, nous constatons que la deuxième partie de la fiche de travail est traitée par 7 élèves (Léa, Céline, Sophie, Marie, Jérôme, Sylvie et un élève non identifié) sur 16. Pour cette phase, nous présentons le travail réalisé par l'élève observé (Léa).

Une confusion chez Léa relative à la technique de recopie

Le travail de Léa est entamé par la construction d'une feuille de calcul à partir de celle présentée dans l'énoncé. Cette observation nous permet de constater une confusion relative à la technique de recopie : jusqu'à l'intervention de Mme P_{SCEP}, Léa n'utilise pas la fonction de recopie. Après avoir entré les formules précisées en C3, C4 et C5, Léa édite la formule (=C2-B2) cellule par cellule sur la ligne 3. Cependant, la commande de *Recopier vers le bas* est utilisée par cette élève dans la séance précédente. Nous pouvons dire que, pour elle, la fonction de recopie est valable seulement vers le bas puisqu'il s'agit ici de la recopie vers le droit

D17	<p>Léa: madame, c'est ça ? P : je vérifie... oui P : c'est jusqu'à 9 Léa: ah ! P : ce n'est pas un problème ! Copiez vers la droite.</p>
-----	--

Après l'intervention de Mme P_{SCEP}, Léa essaie de recopier vers la droite : elle sélectionne les cellules et dans la commande *Recopier*, elle choisit la commande *À droite*. Mais la sélection de Léa pour la recopie des plusieurs cellules n'est pas correcte (Figure 42), elle doit sélectionner la cellule C4 contenant la formule. Le tableur n'affiche donc aucune valeur. Elle applique cette commande cellule par cellule comme le commande fonctionne avec ce type de sélection (Figure 43). Elle complète la construction de feuille de calcul.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	années	0	1	2	3	4	5	6	7
2	population	3000	3500	4000	5000	5500	6050	6655	7321
3	accroissement annuel		500	500	500	500	550	605	666
4	coefficient multiplicateur		1,16666667						
5	taux d'accroissement		16,6666667						

Figure 42. La feuille de calcul de Léa -1 Mauvaise sélectionne des cellules pour recopier à droite

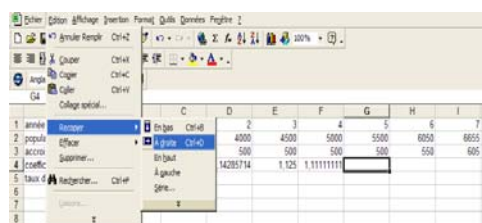


Figure 41. La feuille de calcul de Léa -2 Recopier à droite cellule par cellule

Problème d'unité

Léa fait d'abord confirmer la définition de l'accroissement annuel à Mme P_{SCEP}, ensuite elle pose une question sur l'unité des valeurs affichées pour l'accroissement annuel. À la fin de ce dialogue, Mme P_{SCEP} explique aussi de quel pourcentage il s'agit dans l'item (b) :

D28	<p>Léa : madame, là ça, cinq cent, c'est ça ? P : oui, c'est bien. Léa : oui mais attendez ...cinq cents quoi ? Léa: mille ? P : cinq cents Léa : cinq cents personnes P : cinq cents... qu'est-ce que vous avez dit au départ ? on ne vous donne pas l'unité, c'est peut-être des milliers, c'est peut-être cinq cents personnes, c'est peut-être un village... c'est cinq cents... Léa : c'est cinquante pour cent P : non ! Léa : combien ? P : cherchez. On vous demande un pourcentage ? Léa: là P : non, ce qu'on veut dire en pourcentage, on vous demande quand il a augmenté de façon régulière en nombre.. en nombre c'est ici Léa: c'est le pourcentage P : donc en pourcentage, c'est là, c'est là qu'on vous demande si c'est constant ou non</p>
------------	---

Deux exemples qui marquent la limite des interventions du professeur : Insertion des lignes et colonnes / techniques de recopie

Léa continue son travail par la construction de la deuxième feuille de calcul pour la question suivante. Pendant cette construction, l'élève entre d'abord un par un les nombres d'ordre et puis les nouvelles valeurs. Quand elle remarque qu'il manque la deuxième année, elle efface toutes les valeurs. Elle les retape.

Nous constatons la limite des interventions du professeur dans le travail individuel des élèves en salle informatique. Dans cette phase, Mme P_{SCEP} a la possibilité de montrer à quelques élèves la technique d'insertion des lignes et des colonnes et également de faire un rappel sur la technique de recopie des cellules. Pour les mêmes difficultés rencontrées par les élèves, le professeur peut intervenir pour certains mais pas pour tous les élèves. Mais Mme P_{SCEP} n'a pas la possibilité d'intervenir pour Léa qui applique ses propres techniques pendant la phase pour les mêmes tâches (recopier cellule par cellule, effacer les données entrées pour ajouter le terme oublié).

<p>D33</p>	<p>P : entre 4 mille et 5 mille j'ai 4mille 500 Céline : entre 4 mille et 5 mille ? P : j'ai 4 mille 500, moi..., regardez Céline : je n'ai pas vu la colonne de zéro P : il manque une... ce n'est pas grave, on va leur ajouter, on va ajouter, ne vous inquiétez pas Céline : c'est bon, je les ai mis là, zéro...3 mille, 3mille500, 4 mille, 5 mille ...non ! P : non ! c'est pas grave, insertion, colonne...comment vous avez fait ça, vous avez fait ça à la main ! c'est pas terrible là Céline : mais non, ça oui mais après ...j'ai fait P : non... Céline : je sais comment faire P : oui, mais vous voyez quand on veut ajouter la colonne, on vous embête après, et là on va copier vers la droite.... D'accord...et là on va mettre 4 mille 500, et les autres justes, on va copier vers le droit, d'accord?... Faites entrer d'abord et maintenant... non, non !! vous allez dans la case que vous voulez les copier... E : édition,... P : voilà, sinon on peut faire comme ça aussi, vous allez là, vous voyez il y a un petit, là quand vous êtes ici il y a une grosse croix ici, ici il y a une petite croix et vous recopiez...vous allez vers le bas Céline : tout seul, je n'ai pas besoin ...</p>	<p>D41</p> <p>P : là ça y est ? qu'est-ce que vous avez fait ? Sylvie : j'ai oublié la colonne de la population et ... P : la colonne population ça, où ça ? Sylvie : là P : à la ligne Sylvie : oui, j'aimerais décaler, ils sont... P : alors on va aller là, insertion ligne Sylvie : merci madame, je veux décaler ça en haut, c'est possible ? P : ça en haut, c'est à dire ? Sylvie : tous les résultats là P : oui, je ne comprends pas du tout Sylvie : Le résultat qui est là, ce n'est pas l'accroissement, c'est la population P : il n'y a plus par-là Sylvie : oui il y en a après P : oui, jusqu'au bout, O.K., on va couper et on va recopier, voilà...coller</p>
-------------------	---	--

Après avoir validé auprès de Mme P_{SCEP} qu'il s'agit du même travail que l'accroissement annuel pour le calcul d'accroissement journalier, Léa commence à remplir la feuille de calcul en utilisant les formules =D2-C2 en C3 et =C2/B2 en C4. Elle recopie toujours ces formules cellule par cellule avec la commande *Recopier*. Léa passe les huit dernières minutes du cours à parler avec ses voisins. Avant de donner sa fiche de travail, Léa pose une dernière question à Mme P_{SCEP} concernant la lecture de l'accroissement journalier sur une représentation graphique :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	nombre de jours	0	1	2	3	4	5	6	7
2	cas nouveaux	2856	1713	1028	617	370	230	160	
3	accroissement journalier		-1143	-686	-411	-247	-70	-70	-70
4	coefficient multiplicateur		0.59978932	0.60011675	0.60019455	0.59967585	0.61001081	0.78666667	0.69565217

Figure 43. La feuille de calcul de Léa -3

<p>D50</p>	<p>Léa : madame P : oui Léa : comment celui-ci l'accroissement journalier sur le graphique ? P : sur le graphique ? ha ! ha ! c'est une question intéressante ! Léa : on fait ça moins ça et comment on dit ? P : c'est l'accroissement journalier ? oui c'est ça Léa : ça s'appelle comment ? P : comment ça s'appelle, c'est la valeur là sur un graphique ? Léa : l'abscisse P : c'est l'abscisse là ? Léa : pardonnez-moi, on dit l'ordonné au 1^{ère} ou au 2^{ème} P : au 2^{ème}</p>
-------------------	--

La dernière remarque de Léa sur le travail de cette séance nous permet de montrer que l'utilisation des techniques instrumentées inadéquates apporte des difficultés supplémentaires aux tâches réalisées par les élèves :

<p>D52</p>	<p>Léa : c'était lourd après ça, tous les calculs un par un P : est-ce que vous avez fait tous les calculs un par un !? Léa : non, j'ai fait tout ça, après j'ai commencé un par un, après j'ai fait ...</p>
-------------------	---

À la fin de la séance Mme P_{SCEP} ramasse les fiches de travail des élèves.

4.4. Analyse globale de la séance à travers deux composantes

I. Analyse qualitative : Les techniques /gestes attendus et apparus sur tableur

Une seule tâche portant sur la formule mathématique des suites apparaît en papier/crayon (P/C3b). Il s'agit de justifier une formule récurrente de la suite. La détermination de la démarche à suivre pour une justification pose toujours un problème aux élèves. Mme P_{SCEP} propose de préciser la nature de la suite en notant le terme initial et la raison comme une démarche de vérification pour les formules.

Les tâches effectives des élèves sur tableur portent sur la création de deux feuilles de calcul : l'une est à partir des indications précises et l'autre à partir d'une feuille de calcul présentée (T4 a et b).

Dans cette séance, les types de tâches que nous avons classifiés en environnement Mixte, relatifs à une lecture de feuille de calcul sont assez abondants. Après la construction des feuilles de calcul, il est demandé de lire le terme d'une suite (M5), d'étudier les variations des valeurs obtenues (M7) et de comparer des suites (M8). Un autre type de tâche est l'interprétation des formules-tableur données pour définir l'accroissement annuel et le coefficient multiplicateur (M3).

Dans les paragraphes suivants, nous allons analyser les techniques instrumentées qui ont émergé pendant la construction des feuilles de calcul. La première étape de la construction d'une feuille de calcul est d'entrer les nombres d'ordre. Dans cette deuxième séance en salle informatique, les élèves n'utilisent pas encore la fonction de recopie du tableur pour les nombres. Ils les entrent un par un. Cette technique provoque souvent un incident de saut des valeurs dans la liste. Dans ce cas, les élèves doivent ajouter une nouvelle colonne ou une nouvelle ligne. Mme P_{SCEP} attend que les élèves utilisent des commandes *Lignes* ou *Colonnes* dans le menu *Insertion*. Mais les élèves choisissent de supprimer les données entrées et de recommencer la construction de la feuille de calcul.

L'une des tâches effectives de cette séance, qui était apparue aussi dans la séance précédente, est de réduire les parties décimales des nombres affichés dans la mode standard du tableur en utilisant le bouton *Réduire les décimales*. L'absence de ce bouton sur la barre d'outils et l'incapacité d'en ajouter conduisent Mme P_{SCEP} à montrer une deuxième technique qu'elle n'avait pas abordée dans la séance précédente pour cette tâche. Il s'agit de réduire les décimales en changeant le format de cellule par le menu *Format*.

Dans la construction des feuilles de calcul, les élèves doivent recopier les cellules vers à la droite. Pour cette tâche, Mme P_{SCEP} attend que les élèves utilisent le commande *Recopier / à droite* ou la poignée de recopie. Avec les interventions de Mme P_{SCEP}, les élèves utilisent ces deux techniques dans cette séance mais l'utilisation correcte n'est pas évidente pour tous les élèves. Par exemple, l'élève que nous avons observé ne fait pas une sélection des cellules avant la recopie et elle utilise la

commande *Recopier* pour chaque cellule. Nous constatons aussi que les élèves se contentent de calculer les premiers termes et ils ne vont pas jusqu'aux rangs 'grands'.



Type de tâche	Tâche sur tableur	Ce qu'attend Mme P _{SCEP}	Ce qui émerge dans la classe
T4a et T4b	Remplir la colonne des années / jours	Utilisation de la fonction de recopie du tableur	Saisie des nombres un par un
	Réduire les décimales	En sélectionnant toutes les cellules concernées : - utilisation du bouton  sur la barre d'outil - changement du format de cellule par le menu <i>Format</i>	Utilisation du bouton  en cellule par cellule
	Recopier vers la droite	-Utilisation de la commande <i>Recopier</i> / à droite dans le menu <i>Edition</i> en sélectionnant toutes les cellules concernées. - utilisation de la technique de poignée de recopie	Utilisation de la commande <i>Recopier</i> en cellule par cellule
	Entrer une nouvelle donnée entre les données déjà saisies	Utilisation des commandes <i>Lignes</i> ou <i>Colonnes</i> dans le menu <i>Insertion</i> .	Suppression des données déjà saisies et recommencer la construction de la feuille de calcul
T2	Calculer l'accroissement journalier et le coefficient multiplicateur	Construction des mêmes formules -tableur présentées dans la question précédente	

Tableau 27. Tableau récapitulatif des techniques instrumentées attendues et émergées – 2^{ème} séance en salle informatique

II. Analyse quantitative des interventions

La répartition des 99 interventions repérées dans cette séance, entre trois catégories *interventions informatiques*, *interventions didactiques/mathématiques* et *interventions pédagogiques* se présente de la façon ci-contre.

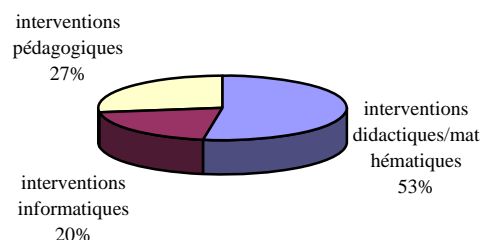


Figure 44. répartition des interventions de Mme P_{SCEP} en trois catégories dans la deuxième séance en salle informatique

Les interventions didactiques/mathématiques prédominent avec une fréquence de 53%. Les interventions pédagogiques représentent 27 % des interventions. Le nombre d'interventions de Mme P_{SCEP} portant sur l'informatique reste inférieure à celui des autres types d'interventions (20%)

Regardons chaque type d'interventions avec la répartition entre leurs sous-catégories :

Interventions informatiques :

Dans cette séance, nous avons repéré 20 interventions de ce type, soit 20 % des interventions totales.

<i>Interventions informatiques</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble des interventions
Aide informatique générale	1	5	1
Aide sur tableur	13	65	13,1
Indication technique	4	20	4
Explication informatique	2	10	2
<i>TOTAL</i>	20	100	20,2

Tableau 28. interventions informatiques de Mme P_{SCEP} / 2^{ème} séance en salle informatique

L'aide sur tableur prévaut largement dans les interventions informatiques correspondant à 65 % de l'ensemble de cette catégorie. Les aides de Mme P_{SCEP} portent majoritairement sur la réduction du nombre des décimales affichées en utilisant le bouton associé ou en changeant le format des cellules, l'insertion des lignes ou des colonnes, et la recopie des cellules vers la droite/bas.

Nous trouvons une intervention sur l'indication d'une formule-tableur pour avoir les nombres d'ordre, l'actualisation de la feuille de calcul en changeant une valeur et l'indication de la confusion des colonnes dans les références des cellules et dans la construction d'une formule.

L'indication technique signifiant ici seulement la recopie des cellules représente 20 % des interventions informatiques, soit 4 interventions.

Nous avons repéré 2 interventions pour *l'explication informatique* et 1 intervention pour *l'aide générale*.

Dans la partie de « déroulement et analyse de la séance » ci-dessus, nous avons précisé que Mme P_{SCEP} avait fait une explication à la classe au début de la séance après avoir constaté une difficulté des élèves concernant les formules-tableur. Dans l'étude des interventions, nous n'avons pas pris en compte les dialogues relatifs à cette partie. Cependant, comme cette courte exposition concerne le tableur, rappelons ici qu'elle portait sur les références de cellules. Il s'agissait particulièrement de l'utilisation de la référence absolue.

Nous pouvons interpréter le faible nombre d'interventions informatiques de Mme P_{SCEP} par rapport à deux autres types d'intervention comme une signe de familiarisation des élèves pour l'étude des suites avec le tableur. Nous avons précisé ci-dessus les contenus des interventions informatiques. Elles portent sur l'utilisation des nouvelles fonctions du tableur.

Interventions pédagogiques :

Le tableau suivant montre la répartition des interventions pédagogiques entre les sous-catégories :

<i>Intervention pédagogique</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble des interventions
Prise d'information sur le travail	6	22,2	6,1
Mise en travail	11	40,7	11,1
Rappel au travail	10	37	10,1
<i>TOTAL</i>	27	100	27,3

Tableau 29. interventions pédagogiques de Mme P_{SCEP} / 2^{ème} séance en salle informatique

Le nombre d'interventions pédagogiques est considérable dans cette séance. Il représente 27,3 % des interventions.

La *prise d'information* sur le travail représente 22,2 % des interventions. Elles sont relatives aux questions ponctuelles de Mme P_{SCEP} sur le travail des élèves.

L'augmentation du nombre d'interventions portant sur la *mise en travail* est tout de suite à remarquer par rapport à la séance précédente. Il s'agit de 40,7 % des interventions de cette catégorie dans cette séance contrairement 16,7 % dans la séance précédente. Nous pouvons expliquer ce changement par le fait que le travail est demandé sur la même fiche donnée aux élèves lors de la séance précédente. Rappelons que chaque élève travaille individuellement sur un ordinateur selon son rythme. Dans cette séance, Mme P_{SCEP} a demandé aux élèves de continuer à partir de la question sur laquelle ils se sont arrêtés. Cela oblige Mme P_{SCEP} à indiquer et à valider les questions à faire dans cette séance à chaque élève. Car, dans la séance précédente, les élèves ont laissé leur travail à différents endroits et sur différentes questions. La directive de l'enseignant n'était pas claire pour eux.

Le *rappel au travail* qui représente 37 % des interventions pédagogiques dans cette séance concerne uniquement les directives de Mme P_{SCEP} pour calmer les élèves pendant la séance.

Interventions didactiques/mathématiques :

Les interventions didactiques/ mathématiques représentent 52,5 % des interventions faites pendant la séance. La validation du travail prédomine cette catégorie avec 46,2 %. À propos de l'explication mathématique et l'indication stratégique, nous pouvons parler d'une répartition équivalente. Il s'agit respectivement de 15 et 13 interventions.

<i>Interventions didactiques/ mathématiques</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble des interventions
Explication mathématique	15	28,8	15,2
Indication stratégique	13	25	13,1
Validation du travail	24	46,2	24,2
<i>TOTAL</i>	52	100	52,5

Tableau 30. interventions didactiques/mathématiques de Mme P_{SCEP} / 2^{ème} séance en salle informatique

Regardons le contenu de chaque sous catégorie :

Concernant la validation du travail, les nombres d'interventions de quatre types de validation (type I, II, III et IV, cf. Chapitre 3) sont assez proches l'un de l'autre. Le type I qui présente une courte validation du professeur à la demande des élèves, prédomine légèrement cette catégorie. Les interventions directes de Mme P_{SCEP} sans la demande des élèves (type III) sont diminuées dans cette deuxième séance en salle informatique par rapport à la séance précédente. Il s'agit de 4 interventions, alors que nous en avons repéré 7 dans la séance précédente. En revanche, nous remarquons une augmentation du nombre d'interventions pour le type IV. Il s'agit d'appels des élèves au professeur pour une difficulté rencontrée. La validation du travail est faite par le professeur à ce moment-là. Les difficultés rencontrées qui conduisent les élèves à demander l'aide du professeur se rapportent à la façon de justifier un calcul, à l'affichage inattendu des nombres avec plusieurs décimales et à la définition de l'accroissement journalier.

Les interventions de validation du travail accompagnant les commentaires et les remarques de Mme P_{SCEP}, représentent 25 % des interventions de cette catégorie. Ils se rapportent aux différents contenus : la nécessité d'arrondir les nombres affichés soit pour faciliter la lecture soit pour associer ces nombres à l'unité concernée, la nécessité de calculer plusieurs termes et l'intérêt de recopier des cellules, précisions faites sur l'indice du terme initial d'une suite et pour attirer l'attention sur le sens de variation.

Validation du travail					
	Type I	Type II	Type III	Type IV	TOTAL
Nombre d'interventions (Int.)	9	6	4	5	24
% d'Int. de Validation	37,5	25	16,7	20,8	100
% d'Int. didactique/mathématiques	17,3	11,5	7,7	9,6	46,2
% d'int. Totales	9,1	6,1	4	5,1	24,2

Tableau 31. répartition du type de validation de Mme P_{SCEP} / 2^{ème} séance en salle informatique

L'explication mathématique représente 28,8 % des interventions didactiques/mathématiques. Les explications de l'enseignant portent sur l'interprétation des énoncés (la précision sur le terme de la suite demandée (par exemple, 'au bout d'un an' dans l'énoncé signifie le 12^{ème} terme de la suite), la précision sur l'accroissement annuel et sur le coefficient multiplicateur), l'indication faite pour une démarche de justification demandée dans l'énoncé (la justification numérique en donnant les valeurs de termes, la détermination de la nature de la suite en précisant la raison et le terme initial), l'indication faite sur l'unité des nombres travaillés et aussi sur l'interprétation du sens de variation de la suite.

Quant à l'indication stratégique, nous avons repéré 13 interventions soit 25 % des interventions didactiques/mathématiques. La moitié des interventions portent sur les valeurs de deux termes concernés de la suite, sur la nature de la suite pour une justification et sur le même calcul de l'accroissement journalier. Le reste porte sur divers points : des conseils généraux pour orienter les élèves vers l'utilisation du tableur ou vers la recherche, l'indication faite sur la recopie, la réduction du nombre des décimales et la nomination des colonnes.

Nous constatons que les explications mathématiques et les indications stratégiques de Mme P_{SCEP} ne se focalisent pas sur la notion de suite, mais elles concernent plutôt les difficultés mathématiques

générales des élèves (l'interprétation de l'énoncé, la justification des résultats, les problèmes d'unité, l'organisation de feuille de calcul etc.).

Donnons ici un tableau récapitulatif pour la totalité des interventions de cette séance :

Type d'interventions		Nombre d'interventions	
<i>Intervention informatique</i>	Aide technique général	1	20
	Aide technique sur le tableur	13	
	Indication technique	4	
	Explication informatique	2	
<i>Intervention didactique/ mathématique</i>	Explication mathématique	15	52
	Indication stratégique	13	
	Validation du travail	24	
	Indication technologique		
<i>Intervention pédagogique</i>	Prise d'information sur le travail	6	27
	Mise en travail	11	
	Rappel au travail	10	
TOTAL		99	

Tableau 32. les interventions de Mme P_{SCEP} / 2^{ème} séance en salle informatique

4.5. Conclusion

Contrairement à l'organisation habituelle des séances en salle informatique, Mme P_{SCEP} commence par un exposé où elle explique les différents modes de "références des cellules". La différence entre référence absolue et référence relative joue un rôle essentiel dans cette séance : la référence relative sert dans la formule à désigner l'index de la suite et la référence absolue sert à désigner les données (valeur initiale, raison). Les deux notions, bien que spécifiques au tableur, ont donc une signification mathématique. Cependant, Mme P_{SCEP} voit ces deux types de référence d'un point de vue technique (connaissance du tableur) ce qui est à relier au fait qu'elle voit l'objectif des séances en salle informatique comme une formation générale sur l'utilisation du tableur.

Cet exposé est motivé par le fait que dans la séance précédente, beaucoup d'élèves ne se sont pas appropriés ces deux types de référence. Mme P_{SCEP} commence donc par faire un bilan sur la question portant sur ce sujet (il s'agissait dans cette question de choisir une formule parmi les trois propositions pour le calcul des termes de la suite, et dont une contenait une référence absolue). Mme P_{SCEP} montre la différence entre la référence absolue et la référence relative en écrivant la formule obtenue après avoir recopié vers le bas chacune des formules. Elle explique aux élèves, sans pouvoir faire une démonstration, que la formule contenant une référence absolue qui permet d'actualiser automatiquement la feuille de calcul pour les nouvelles données est donc plus avantageuse. Le problème vient en effet du fait que Mme P_{SCEP} ne dispose pas d'un vidéo-projecteur.

Les élèves devant travailler sur la fiche de la séance précédente, Mme P_{SCEP} doit faire plusieurs interventions pour mettre au travail des élèves qui n'ont pas compris sur quelle question ils doivent

travailler. Finalement, la séance se déroule autour de la question portant sur la comparaison de suites de nature différente (une arithmétique, l'autre géométrique).

Au début du travail sur machine, le calcul des termes des suites ne pose pas de problème pour les élèves contrairement à la séance précédente, mais Mme P_{SCEP} doit intervenir à propos du changement de format des nombres. Les difficultés des élèves concernent la justification des formules mathématiques ou des comportements des suites. L'énoncé peut se comprendre comme demandant seulement de vérifier sur le tableur, mais Mme P_{SCEP} insiste sur une justification mathématique. Cependant, cette justification ne semble pas être à la portée des élèves.

L'observation plus précise du travail d'un élève montre que la technique de recopie vers le bas, apprise à la première séance, n'est pas spontanément transférée à une situation où il faut recopier vers la droite. L'élève revient alors à l'entrée directe dans les cellules. Nous observons également les limites des interventions individuelles de Mme P_{SCEP} auprès des élèves en salle informatique : de nombreuses erreurs demeurent et des techniques-tableur peu efficaces ne sont pas corrigées.

5. L'étude de la notion de suite géométrique en salle de cours

Il s'agit de la dernière séance théorique sur les suites, dans laquelle la notion de suite géométrique est étudiée. La séance commence par la correction d'un exercice sur la notion de suite arithmétique donné comme devoir à la maison dans la séance précédente. La correction est faite par un élève au tableau.

L'étude des suites géométriques débute par la dictée par Mme P_{SCEP} de la définition suivante :

« Lorsqu'on passe d'un terme au suivant en multipliant toujours par le même nombre, on dit que la suite est géométrique ».

Elle donne un exemple de suite géométrique définie par une relation récurrente ($v_0 = 2$, $v_{n+1} = 2v_n$ donc $v_1 = 4$, $v_2 = 8$, etc.) puis expose les deux modes de génération d'une suite géométrique. Elle fait ensuite le lien entre les modes de génération par une démonstration algébrique en précisant notamment l'influence de l'indice du terme initial sur l'exposant dans la définition explicite (« en fonction de n »).

le terme initial est u_0	si le terme initial est u_1
$u_1 = u_0 \times q$	$u_2 = u_1 \times q$
$u_2 = u_1 \times q = u_0 \times q \times q = u_0 \times q^2$	$u_3 = u_2 \times q = u_1 \times q^2$
$u_3 = u_2 \times q = u_0 \times q^2 \times q = u_0 \times q^3$	$u_4 = u_1 \times q^3$
...	...
$u_n = u_0 \times q^n$	$u_n = u_1 \times q^{n-1}$

Le cours introduit ensuite la notion d'accroissement relatif. Après avoir dicté que *l'accroissement relatif est constant pour une suite géométrique*, Mme P_{SCEP} présente cette notion en donnant une

formule algébrique. Elle démontre algébriquement le résultat dicté puis l'illustre par un exemple en calculant l'accroissement relatif entre les quatrième et cinquième termes d'une suite géométrique

$$\begin{aligned} (u_{n+1} - u_n) / u_n &= (u_n \times q - u_n) / u_n \\ &= u_n (q-1) / u_n \\ (u_{n+1} - u_n) / u_n &= q-1 \end{aligned}$$

Mme P_{SCEP} demande ensuite aux élèves de travailler environ quinze minutes sur un exercice du manuel (exercices d'application, n°3, p. 34, manuel Indice). Il s'agit de trouver d'abord le coefficient multiplicateur et de calculer les deux premiers termes, puis de déterminer une formule récurrence pour une suite en précisant sa nature. La dernière question porte sur le calcul du dixième terme. Pendant ce temps, elle circule entre les rangs en contrôlant le travail des élèves.

Pour la correction, Mme P_{SCEP} envoie un élève au tableau. Au début de la correction, Mme P_{SCEP} rappelle le calcul de passage du pourcentage au coefficient multiplicateur. Jusqu'à la dernière question, l'élève rédige les réponses au tableau. Le calcul du dixième terme est fait par Mme P_{SCEP}. Pour les dix dernières minutes, les élèves commencent à travailler sur deux autres exercices du manuel (exercices d'entraînement, n°20 et n°24, p. 39, manuel Indice). Après quelques minutes, Mme P_{SCEP} corrige l'un de deux exercices au tableau. Le deuxième exercice est laissé pour la séance en salle informatique et un autre exercice du manuel est donné comme devoir à la maison (vers le bac, n°3, p. 41, manuel Indice).

6. Dernière séance en salle informatique concernant les suites

6.1. Présentation générale de la séance

L'objectif de cette séance est *la comparaison de deux croissances : linéaire et exponentielle*. Au début de cette dernière séance consacrée à la notion de suite, les deux types de croissances associées aux natures des suites sont abordés. Une fiche qui peut être considérée comme une synthèse de ce chapitre est distribuée aux élèves. Dans cette fiche, les suites arithmétique et géométrique ayant différent sens de variations (croissante et décroissante) sont présentées graphiquement, de façon à mettre en évidence les types de croissance.

Comme pour les autres séances, nous indiquons le placement des 15 élèves présents ce jours là par la schéma ci-contre. L'élève - Léa que nous avons observée dans les séances précédentes, est absente. Nous suivons donc le travail d'un autre élève (Nicolas) pour cette dernière séance.

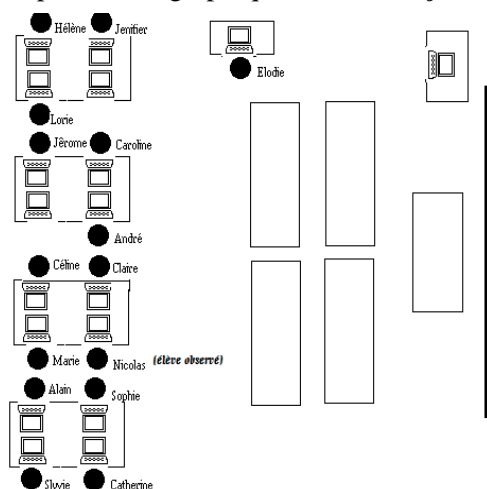


Figure 45. Placement des élèves en salle informatique pour la troisième séance

6.2. Analyse des exercices proposés

La fiche de travail porte sur la croissance. Les exercices proposés sont extraits du manuel Déclic. Il s'agit de l'étude de l'évolution de la population de deux villes.

Devoir à remettre le 24 mars

Comparaison de deux croissances, l'une linéaire, l'autre exponentielle

On modélise l'évolution de la population de deux villes A et B, l'une de 100 000 habitants, l'autre de 60 000 habitants.

1. On suppose que la population de la ville A croît de 5 000 habitants par an et celle de la ville B a un taux de croissance annuel de 8 %.

Réaliser la feuille de calcul ci-dessous.

Donner la formule à écrire en B7, et à tirer pour obtenir l'évolution de la population A.

Donner la formule à écrire en C7, et à tirer pour obtenir l'évolution de la population B.

	A	B	C	D
1	Comparaisons d'évolution			
2	Population A en milliers	100	Accroissement annuel	5
3	Population B en milliers	60	Taux d'accroissement	8 %
4				
5	Année	Population A	Population B	écart
6	0	100	60	-40
7	1			
8	2			

Compléter le tableau jusqu'à la 25^e ligne. Donner les réponses avec une décimale maximum.

A partir de quelle année la population de la ville B dépasse-t-elle celle de la ville A ?

Faire le graphique.

2. a. On suppose que la population de la ville B n'est que de 20 000 habitants et le taux d'accroissement de 8 %.

Réactualiser le tableau précédent. A partir de quelle année la population de la ville B dépasse-t-elle celle de la ville A ?

b. On suppose que la population de la ville B est de 60 000 habitants et le taux d'accroissement de 5 %.

Réactualiser le tableau. A partir de quelle année la population de la ville B dépasse-t-elle celle de la ville A ?

c. Les deux villes ont 100 000 habitants, la population A croît de 5 000 habitants par an mais la population B ne progresse que de 3 %. Réactualiser le tableau. Rechercher si la population B dépasse la population A.

3. Compléter le tableau :

Ville A	$A_0 = 100\ 000$ $r = 5\ 000$	$A_0 = 100\ 000$ $r = 10\ 000$	$A_0 = 100\ 000$ $r = 5\ 000$	$A_0 = 100\ 000$ $r = -2\ 000$
Ville B	$B_0 = 100\ 000$ $t = 0,01$ ou 1 %	$B_0 = 50\ 000$ $t = 0,025$ ou 2,5 %	$B_0 = 50\ 000$ $t = 0,02$ ou 2 %	$B_0 = 50\ 000$ $t = -0,04$ ou -4 %
Année de dépassement				

Exercice 1. Deux populations sont étudiées: l'une augmente chaque année de 5 000 d'habitants, il s'agit donc une suite arithmétique. L'autre est une augmentation avec un taux de croissance de 8% par an, il s'agit donc une suite géométrique.

Il est demandé d'abord de construire une feuille de calcul à partir de celle qui présente les données dans l'énoncé.

Les deux questions suivantes portent sur les formules à saisir

C6 $=B3$

	A	B	C	D
1	comparaison d'évolution			
2	Population A en milliers	100	Accroissement annuel	5
3	Population B en milliers	60	Taux d'accroissement	8%
4				
5	Année	Population A	Population B	écart
6	0	100	60	
7	1			

Figure 46

pour le calcul de la population de deux villes chaque année « en tirant ces formules vers le bas ». Il est possible d'envisager plusieurs types de formule à entrer.

Nous commençons par les formules qui permettent de réactualiser plus facilement la feuille de calcul. Il s'agit des formules qui font référence aux cellules présentant les données. D'abord, les valeurs initiales de deux populations sont entrées : pour la première population, la cellule B2 est référée en B6 et pour la deuxième population la cellule B3 en C6. Ensuite pour le calcul de termes suivants, les élèves peuvent utiliser une formule $=B6+\$D\2 en B7 (Figure 47) et une formule $=C6 + (1+\$D\$3)$ en C7 (Figure 48). Il est noté que dans la cellule D3, le format de cellule est en pourcentage. Quand on recopie la formule en C7, le format de cellule dans cette colonne pourrait être converti en pourcentage, il faut donc modifier le format de la colonne après cette recopie.

	A	B	C	D
1	comparaison d'évolution			
2	Population A en milliers	100	Accroissement annuel	5%
3	Population B en milliers	60	Taux d'accroissement	8%
4				
5	Année	Population A	Population B	écart
6	0	100	60	
7	1	105		
8	2	110		
9	3	115		

Figure 47

	A	B	C	D
1	comparaison d'évolution			
2	Population A en milliers	100	Accroissement annuel	5%
3	Population B en milliers	60	Taux d'accroissement	8%
4				
5	Année	Population A	Population B	écart
6	0	100	60	
7	1	105	64.8	
8	2	110	69.984	
9	3	115	75.58272	
10	4	120	81.629376	
11	5	125	88.1596441	
12	6	130	95.21245938	
13	7	135	102.8294561	

Figure 48

Comme nous avons montré ci-dessus, ce type de formules nécessite l'utilisation d'une référence absolue, le changement de format de cellule et un coefficient multiplicateur. Cela nous conduit à penser qu'il est difficile de rencontrer ce type de formule dans cette séance. En revanche, ces formules permettent d'actualiser automatiquement la feuille de calcul à partir d'un seul changement dans les cellules présentant les données (ici les cellules B2, B3, D2 et D3)

Nous supposons que la plupart des élèves peuvent utiliser des références relatives et les nombres dans les formules. Par exemple, pour la première population, la construction d'une formule $= B6+5$ est plus facile pour les élèves après avoir entré 100 en B6.

Pour la deuxième population, d'abord, l'utilisation d'un coefficient multiplicateur n'est pas toujours immédiate pour les élèves. Il est possible que les élèves essaient de créer une formule en calculant l'augmentation de pourcentage. C'est-à-dire une formule $= C6+(C6*0,08)$ ou $= C6 + (C6*8/100)$. Pour les élèves qui utilisent un coefficient multiplicateur, cette formule peut être $= C6*1,08$.

Nous pensons que le calcul d'écart dans la colonne D ne posera pas de difficulté aux élèves. Il s'agit d'une formule $=C6-B6$ en D6.

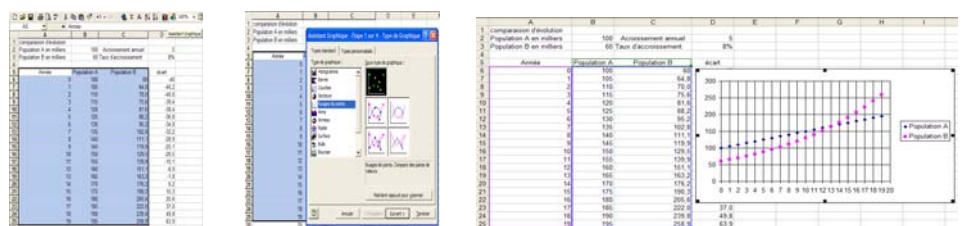
Après avoir saisi ces formules, il est demandé de compléter la feuille de calcul jusqu'à la 25^{ème} ligne. Il s'agit donc de recopier ces formules vers le bas. Il est précisé aussi de « donner les réponses avec une décimale maximum ». Les élèves doivent réduire les décimales. Ils ont déjà rencontré cette tâche dans les séances précédentes. L'utilisation du bouton *Réduire les décimales* est déjà connue des élèves (cf. l'analyse de la séance précédente).

La quatrième question s'appuie sur la lecture des valeurs obtenues. Il s'agit de comparer l'évolution des populations. La deuxième population dépasse la première population à partir de 14^{ème} année.

La dernière question propose une nouvelle tâche pour les élèves. Les élèves doivent représenter graphiquement les deux populations. L'utilisation de l'assistant graphique du tableur intervient pour cette construction. Il ne s'agit pas de la première utilisation de l'assistant graphique, mais nous supposons que l'utilisation peu fréquente peut entraîner des difficultés.

D'autre part, si on modélise l'évolution de ces deux populations par la notion de suite, les élèves vont rencontrer la première fois une représentation graphique d'une suite. Voici les démarches à suivre pour cette construction graphique : les élèves devront d'abord sélectionner les colonnes des données, puis en cliquant sur le bouton de l'assistant graphique sur la barre d'outils ou bien la commande *Graphique* dans le menu *Insertion*, ils devront ouvrir la fenêtre de l'assistant graphique (Figure 49a). Les étapes suivantes sont relatives aux choix du type de graphique : les nuages de points et un sous-type de graphique. Le premier sous-type de graphique présente une représentation graphique d'une suite (Figure 49b).

Mais s'il s'agit d'afficher seulement la croissance des évolutions des populations, les autres sous-types de graphique peuvent être choisis.



a Sélection des données b Choix du type de graphique c Affichage graphique

Figure 49. Construction graphique sur tableur

Exercice 2. Cet exercice porte sur la réactualisation de la feuille de calcul pour de nouvelles données. La contrainte est de changer seulement les valeurs des cellules B2, B3, D2 et D3. En présentant l'exercice précédent, nous avons donné la construction de la feuille de calcul avec des références absolues permettant l'actualisation automatique de la feuille. Nous avons également souligné que la construction de ces formules n'était pas facile pour les élèves.

Si les élèves n'ont pas employé les références absolues, ils doivent modifier les nombres saisis dans les formules, puis recopier ces nouvelles formules. Dans ce cas, il ne s'agit pas de réactualisation de la feuille de calcul.

Après avoir réactualisé la feuille de calcul, il est demandé, de nouveau, de comparer les valeurs pour préciser en quelle année la deuxième population dépasse la première. Pour cette lecture, les élèves doivent recopier les formules suffisamment loin vers le bas.

Exercice 3. Dans ce dernier exercice, l'énoncé propose un tableau partiel des deux populations avec les valeurs des termes initiaux et des raisons. Il est demandé de le compléter et d'indiquer l'année

de dépassement comme dans l'exercice 2. Une manière de faire est d'utiliser la feuille construite pour les exercices précédents en la réactualisant.

6.3. Déroulement et analyse local de la séance à travers les phases

Nous analysons la séance en la divisant en six phases :

Phase 1 : Notions de croissance linéaire et exponentielle

Phase 2 : Mise au travail des élèves

Phase 3 : Problème d'unité

Phase 4 : Calcul de pourcentage

Phase 5 : Représentation graphique d'une suite

Phase 6 : Modification de la feuille de calcul par les nouvelles données

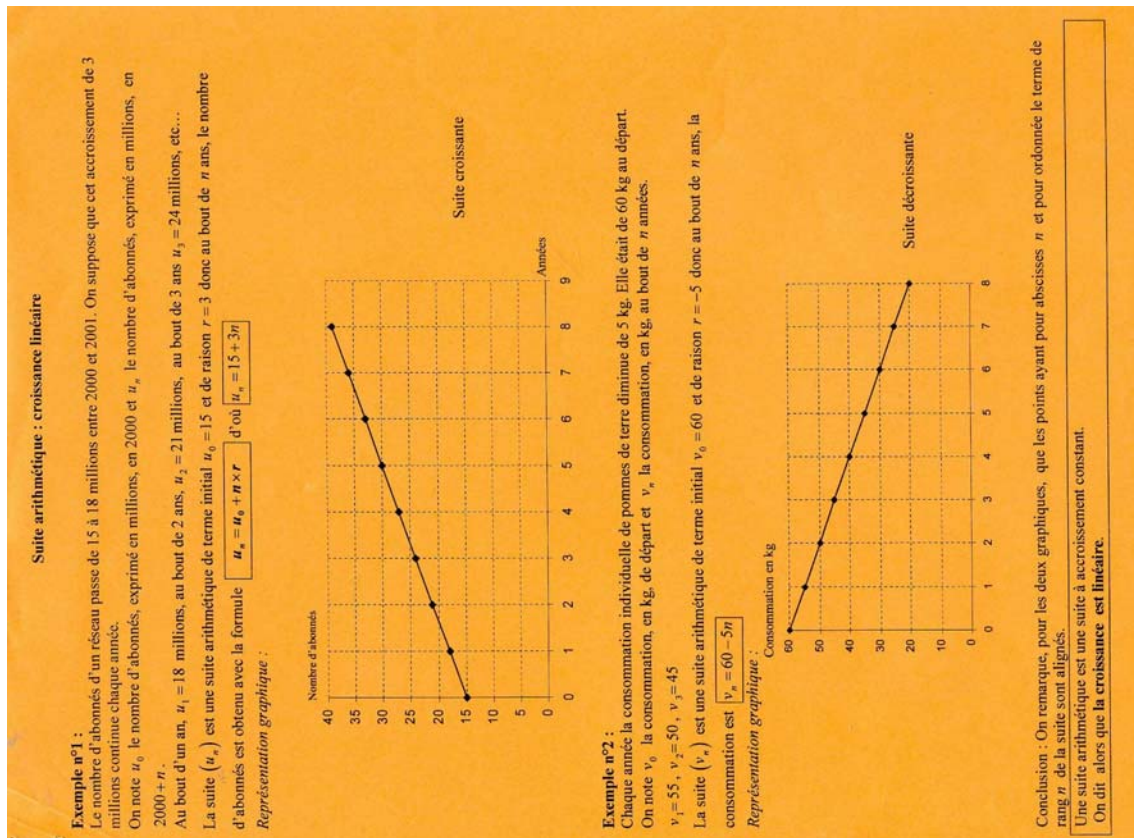
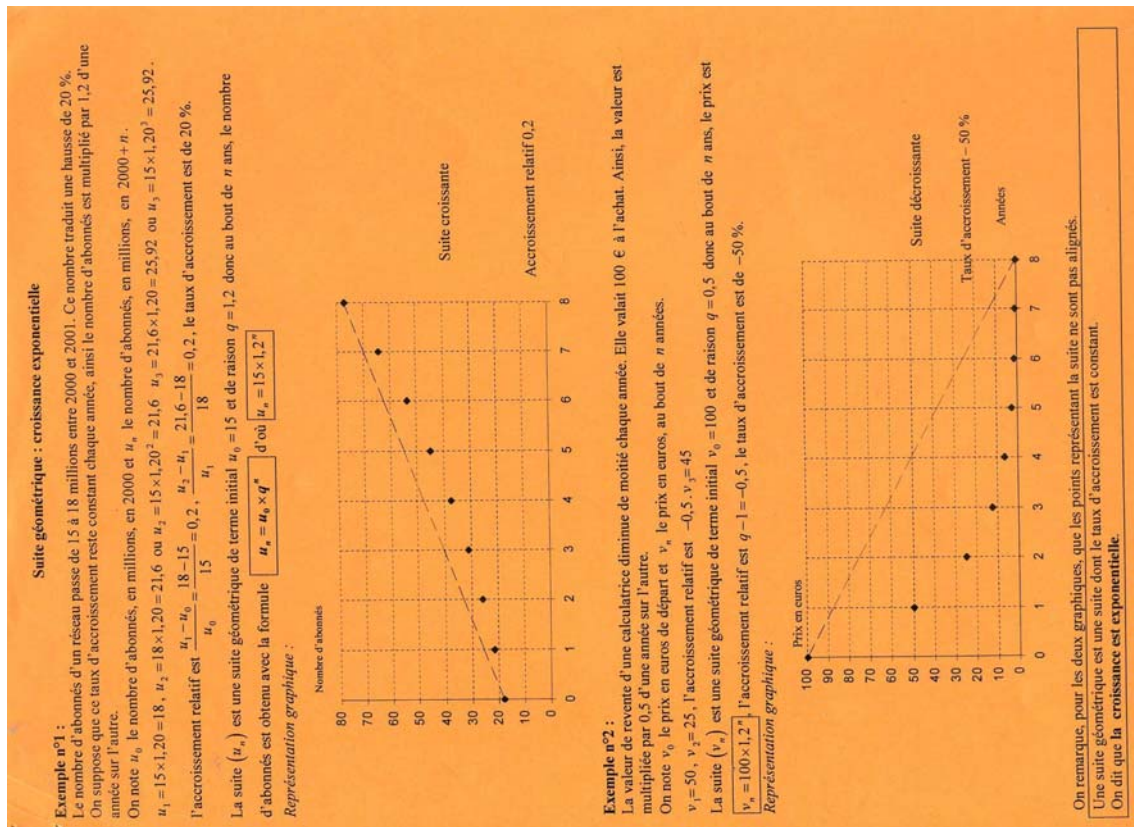
Phase 1 : Notions de croissance linéaire et exponentielle

Au début de la séance, Mme P_{SCEP} aborde rapidement les notions de croissance linéaire et exponentielle en présentant la fiche de synthèse. La fiche donne des exemples de suites arithmétique et géométrique croissantes et décroissantes (Figure 50). Chaque suite est représentée graphiquement. Mme P_{SCEP} commente chacune des courbes. Si la suite est arithmétique, la courbe est une droite. Mme P_{SCEP} précise qu'il s'agit d'une croissance linéaire. Dans le cas d'une suite géométrique, il ne s'agit pas d'une droite, et Mme P_{SCEP} introduit la croissance exponentielle.

Il s'agit donc seulement de l'introduction d'un nouveau vocabulaire en relation avec les deux types de suites présentés dans les séances en salle de cours. Les activités proposées aux élèves ne font pas référence à ce vocabulaire.

D1	<p>[...]</p> <p>P : oui, j'attends ! Ma phase c'était vous avez les représentations graphiques de deux suites arithmétiques déterminées. Qu'est-ce que vous remarquez sur cette représentation graphique sur la première page ?</p> <p>E : une suite croissante et décroissante</p> <p>P : oui, une suite croissante et ...</p> <p>E : [inaudible]</p> <p>P : et un plus qu'est-ce que vous voyez ? ...</p> <p>E : on ne voit rien</p> <p>P : comment sont les points de la suite ?</p> <p>E : alignés</p> <p>P : ils sont alignés, les points sont alignés, si vous tournez le page, vous avez deux exemples de suite géométrique...l'une de raison est un virgule deux et l'autre de raison est zéro cinq... cette fois-ci les points ne sont pas alignés.</p> <p>E : oui</p> <p>P : alors dans le cas de suite arithmétique, on va parler de...On va parler d'une croissance....</p> <p>E : linéaire</p> <p>P : linéaire ; même si la suite est décroissante... et dans l'autre cas</p> <p>E : exponentielle</p> <p>P : voilà et dans l'autre cas les points ne sont pas alignés.....</p>
-----------	---

Figure 50. La fiche de synthèse



Phase 2 : Mise au travail des élèves

Au début de cette séance, Mme P_{SCEP} avait distribué aux élèves des feuilles comportant une synthèse, une fiche d'activité et une fiche de correction des exercices déjà faits.

Les erreurs concernant le nombre de page, la date de devoir à remettre et le double imprimé d'un exercice sur les feuilles posent un problème de gestion de classe. Mme P_{SCEP} doit expliquer plusieurs fois ces erreurs, indiquer l'exercice à travailler et préciser qu'elle ne va pas récupérer les fiches comme d'habitude à la fin de la séance pour la correction mais qu'elle les laisse comme devoir à la maison.

Phase 3 : Problème d'unité

Nicolas, l'élève que nous observons dans cette séance, commence par la construction de la feuille de calcul présentée dans l'énoncé. Taper les données sur la feuille de calcul lui prend environ neuf minutes. Pendant ce temps il se connecte plusieurs fois sur sa messagerie sur l'Internet.

Dans cette séance il nous confirme le souci de Mme P_{SCEP} concernant l'accès incontrôlé à l'Internet des élèves pendant le travail. Après avoir passé beaucoup de temps à se mettre au travail, Nicolas rencontre un problème d'unité dans l'entrée des données, celles-ci étant exprimées différemment dans l'énoncé et dans la question. Pour

	A	B	C	D
1	comparaison d'évolution			
2	Population A en milliers	100	Accroissement annuel	5
3	Population B en milliers	60	Taux d'accroissement	8%
4				
5	Année	population A	Population B	écart
6	0	100	60	-40
7	1	100		
8	2	5100		
9	3	10100		
10	4	15100		
11	5	20100		
12	6	25100		
13	7	30100		
14				

Figure 51. La feuille de calcul de Nicolas-1

faciliter le calcul et la lecture, sur la feuille de calcul présentée dans l'énoncé, les effectifs des populations sont indiqués par unité et pas par milliers. Pour le calcul de termes, les élèves doivent adapter l'écriture de la raison pour la population A. Nicolas ne fait pas attention à ce changement d'écriture. Il ajoute 5 000 au 100 de la cellule B7 et il recopie vers le bas. Mme P_{SCEP} intervient donc sur son calcul :

D13	<p>P : il y a un problème, non, ça ne va pas ça, pas du tout... pas du tout, pas du tout, pas du tout...</p> <p>Nicolas: ça croit cinq milles par ans</p> <p>[...]</p> <p>P : il n'y a pas un problème ?</p> <p>Nicolas: pourquoi il y aura un problème ?</p> <p>P : parce que vous avez une population qui est 100 au départ et l'année d'après cinq miles cent, ça veut dire que chaque habitant</p> <p>Nicolas: oui, c'est normal, il augment cinq mille par an</p> <p>P : chaque habitant a fait combien d'enfant ?</p> <p>Nicolas: beaucoup</p> <p>P : beaucoup</p> <p>Nicolas: il y aurait une immigration ou ...vous savez la démographie...</p> <p>P : je crois que tous vous ne savez pas lire</p> <p>Nicolas: là cent milles et là cinq milles</p> <p>P : il y a un problème d'unité</p> <p>Sophie : ça fait cent cinq miles</p> <p>P : oui...il y a un problème d'unité Nicolas !</p>
------------	--

Après cette intervention, Nicolas entre 105 en B7 et il recopie cette cellule vers le bas. Ensuite il recopie dans la colonne A c'est-à-dire la colonne des années et dans la colonne B jusqu'à la neuf millièmes ligne. Mais Nicolas n'est pas convaincu qu'il faut ajouter 5 et il supprime le contenu des cellules B6 et B7. Mme P_{SCEP} intervient une deuxième fois :

D17	<p>P : qu'est-ce qui n'est pas bon, Nicolas : on nous dit cinq mille par an, la ville A croit cinq mille habitants par an, ça c'est bien un an P : oui Nicolas : et pourquoi je n'ajout pas cinq mille ? P : parce que les unités sont des milliers des habitants Nicolas : d'accord P : vous voyez bien qu'il y avait une disproportion tout à l'heure ... Nicolas : ça marche</p>
------------	---

Phase 4 : calcul de pourcentage

Le calcul du nombre d'habitants de la deuxième population nécessite un calcul de pourcentage qui pose toujours un problème pour les élèves de 1^{ère} L. Mme P_{SCEP} attend que les élèves utilisent un coefficient multiplicateur pour ce calcul. Il apparaît, selon ses interventions, que les élèves calculent d'abord l'augmentation puis ils l'ajoutent. L'utilisation d'un coefficient multiplicateur n'est pas encore acquise par les élèves:

D16	<p>Sylvie : madame, on a un petit problème P : oui Sylvie : ...la population d'une ****pour cent P : bonne question, plusieurs fois ce qu'on a fait Sylvie : oui, mais j'oublie P : quel est le coefficient multiplicatif ? Sylvie : zéro virgule huit, non ? P : ... Sylvie : zéro virgule zéro huit P : oui mais pas tout à fait...zéro virgule zéro huit ça va donner l'augmentation Sylvie : alors zéro virgule zéro deux P : non ! zéro virgule zéro huit va nous donner le nombre de personne en plus Sylvie : alors on ajoute selon les personnes-là P : voilà, donc on multiplie 60 par... Sylvie : par zéro virgule ... P : non Sylvie : alors j'ajouterais le nombre de personnes P : faites-le Sylvie : j'ai 60 P : oui Sylvie : plus ...zéro virgule zéro huit ...et après 60 plus... P : si vous voulez, mais il y a plus simple</p>	D18	<p>P : vous êtes en train d'expérimenter la chose que je ne connais pas là... Pour cent, moi je n'écris que dans une phase en français Nicolas : ... Personnellement je précise ... fois huit divisé par cent P : oui, moi je précise multiplier par quelque chose pour aller plus vite Nicolas : moi je connais une P : un coefficient multiplicatif Nicolas : ah ! Ça simplement coefficient multiplicatif.... Si non, C6 fois huit divisé par cent, c'était bon P : C6 plus C 6 fois 8 divisé par 100 en ce moment-là, mais c'est plus rapide de multiplier directement</p>
------------	--	------------	---

L'intervention de Mme P_{SCEP} auprès de Nicolas permet de changer ce calcul mais ce n'est pas immédiat pour tous les élèves. Les autres calculs (termes des suites, les écarts entre deux suites) sont faits facilement sur tableur par Nicolas. Il entre la formule = C6*1,08 en C7 et il la recopie en tirant la cellule vers le bas jusqu'à la neuf millième ligne. Nicolas remplit cette colonne en calculant la différence entre la colonne C et la colonne B. Il réduit les décimales des valeurs affichées en D8 et D9. Il recopie ces cellules vers le bas. Il consulte sa messagerie sur l'Internet en même temps. Nicolas quitte son poste et il se promène dans la salle quelques minutes.

	A	B	C	D
1	comparaison d'évolution			
2	Population A en milliers	100	Accroissement annuel	5
3	Population B en milliers	60	Taux d'accroissement	8%
4				
5	Année	population A	Population B	écart
6	0	100	60	-40
7	1	105	64,8	-40,2
8	2	110	69,584	-40,016
9	3	115	75,58272	-39,41728
10	4	120	81,6293376	-38,3706624
11	5	125	88,15968461	-36,8403154
12	6	130	95,21245938	-34,7875406
13	7	135	102,8294561	-32,1706439

Figure 52. La feuille de calcul de Nicolas - 2

	A	B	C	D
1	comparaison d'évolution			
2	Population A en milliers	100	Accroissement annuel	5
3	Population B en milliers	60	Taux d'accroissement	8%
4				
5	Année	population A	Population B	écart
6	0	100	60	-40
7	1	105	64,8	-40
8	2	110	69,584	-40
9	3	115	75,58272	-39
10	4	120	81,6293376	-38
11	5	125	88,15968461	-37
12	6	130	95,21245938	-35
13	7	135	102,8294561	-32

Figure 53. La feuille de calcul de Nicolas - 3

Phase 5 : représentation graphique d'une suite

Les élèves continuent la construction de la feuille de calcul par la création d'une représentation graphique pour les effectifs des deux populations. Cette phase avance grâce aux instructions précises de Mme P_{SCEP} pour l'utilisation de l'assistant graphique du tableur. Les élèves ont déjà rencontré l'assistant graphique mais c'est la première fois qu'ils font la représentation graphique d'une suite. L'utilisation peu fréquente de l'assistant graphique par les élèves rend indispensable les interventions de Mme P_{SCEP} dans toutes les étapes de la construction d'un graphique.

D36	Sylvie : madame, s'il vous plaît vous pouvez me répondre !
	P : oui
	Sylvie : comment je fais pour le graphique ?
	P : vous sélectionnez la zone des données où vous voulez faire le graphique
	Sylvie : c'est-à-dire ?
	P : je ne sais pas moi... la ligne comme ça, comme ça, comme ça...
	Sylvie : on va faire le graphique de la population de B ou A ?
	P : les deux.... Les deux en fonction d'année comme ça, vous descendez... Je vous montre, vous faites toute seule après, vous êtes là et puis vous allez choisir nuages des points
	Sylvie : après, c'est celui là suivant ?
	P : oui...

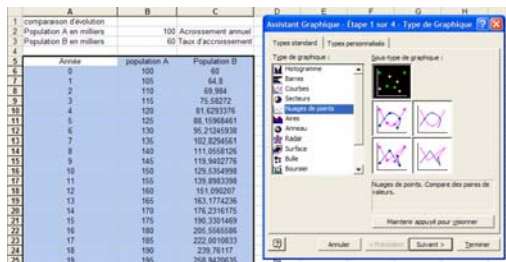


Figure 54

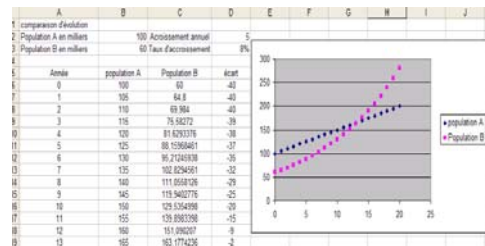


Figure 55

La sélection des valeurs, qui est la première étape de la création d'un graphique pose déjà un problème pour certaines élèves :

D35	P : alors le graphique... [...] vous allez faire le graphique, vous sélectionnez la zone où vous voulez le graphique, faites-le
	Sophie : on va avoir quelle colonne
	P : vous avez trois vous, il y avait écart... supprimez là, et mettez C Vous sélectionnez la zone dont vous voulez... vous effacez tout, ouf... recommencez alors, sélectionnez la zone dont vous voulez le graphique... sur ces lignes-là
	P : qu'est-ce que vous faites ?
	Sophie : ce n'est pas ça ?
	P : dont vous voulez le graphique, ce n'est pas où vous voulez faire !
	Sophie; O.K
	P : peut-être pas écart

A l'étape suivante, il s'agit de choisir le type de graphique. Mme P_{SCEP} indique pour chaque élève qu'il faut choisir d'abord les *nuages de points* puis le premier sous-type de graphique. Il s'agit d'un type de graphique dans lequel les valeurs sont représentées par des points non reliés par une courbe. L'aspect mathématique de ce choix (caractère discret d'une suite) n'est pas abordé par Mme P_{SCEP}. Elle se contente de dire qu'il est 'le mieux'.

D40	P : choisissez le nuage des points, là vous avez fait des diagrammes en bâton...ce n'est pas terrible mais on voit pas grand-chose.

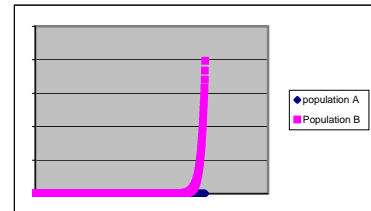
	P : vous faites, où est-ce que vous en êtes ? Voilà
	Claire : choisir un graphique en quoi ?
	P : nuage des points

	P : voilà Claire : celui est mieux ? P : le premier est le mieux
--	---

Construction de la représentation graphique de la suite par Nicolas

Nicolas aborde cette étape à la fin de la séance, après son travail sur la deuxième question (qui est rapporté plus loin en phase 6). C'est un élève rapide qui « survole » les tâches et il a sauté la phase 5, dans l'attente d'une indication de la part de Mme P_{SCEP}.

Revenant à la phase 5 après avoir consulté sa messagerie, il sélectionne les valeurs et ouvre l'assistant graphique à partir de la commande *Graphique* du menu *Insertion*. Le type de graphique à choisir lui est indiqué par Mme P_{SCEP} comme à tous les autres élèves. Nicolas obtient le graphique présenté dans la figure ci-contre.



D43	P : qu'est-ce que c'est ça ? Nicolas : je crois que ça n'a pas fait de nuages de points P : je crois... Nicolas : alors on va recommencer
------------	--

Mme P_{SCEP} regarde l'écran et pense que Nicolas n'a pas choisi les nuages de points. En effet, Nicolas a sélectionné une grande quantité de valeurs et les points apparaissent « denses » plutôt que « discrets ».

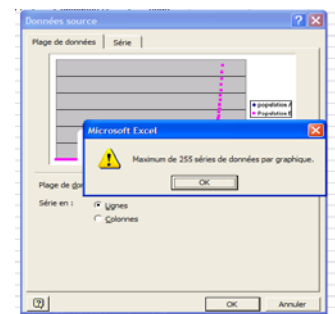


Figure 56. La feuille de calcul de Nicolas - 4

Nicolas contrôle ses données à partir de la fenêtre *Données source*, il obtient un avertissement d'Excel : «maximum de 255 séries de données par graphique » puisqu'il clique sur *ligne* dans l'onglet *Plage de données*.

Nicolas arrête alors de travailler. Il passe sur l'Internet et utilise sa messagerie dans les sept dernières minutes du cours.

Mme P_{SCEP} incite les élèves à imprimer leur travail une fois qu'il est terminé.

D25	Hélène : madame, pour le graphique P : le graphique ? vous avez tout fini là ...c'est parfait ! vous ne voulez pas l'imprimer, ça sera pas mal ? Hélène : oui...je voudrais bien imprimer, regardez P : vous avez noté ce que vous avez écrit dans les cases, parce que je vous demande ça Hélène : oui, oui P :...très bien très bien... on peut l'imprimermettez votre nom quelque partmettez votre nom ici, par exemple, ici....mettez votre nom là....voilà... Hélène :et après ? P : vous allez ici, vous allez l'imprimer... je sais pas si ça va marcher, si ...si
------------	--

Cette phase est consacrée à la création de représentation graphique de suites. Le travail des élèves avance sous les indications précises de Mme P_{SCEP} concernant l'assistant graphique, puis l'impression. La réalisation de la représentation graphique d'une suite apparaît comme une tâche technique de « production » qui ne donne pas lieu à une interprétation mathématique.

Phase 6 : modification de la feuille de calcul pour les nouvelles données

La deuxième question porte sur la réactualisation de la feuille de calcul préparée pour la première question. Selon la feuille de calcul présentée dans l'énoncé, les élèves devaient construire une formule pour le calcul des populations en se référant aux cellules qui affichent les valeurs initiales de l'énoncé. Il s'agit donc d'entrer des références absolues aux cellules B2, B3, D2 et D3.

Seul deux élèves abordent cette deuxième et la dernière question.

Nicolas réactualise sa feuille pour l'item b de la question, qui demande de changer seulement le taux de croissance de la deuxième population. Comme il n'a pas utilisé une référence absolue pour le coefficient multiplicateur dans sa formule-tableur, il effectue cette actualisation en modifiant la valeur demandée dans la formule qui est saisie, puis recopiant cette nouvelle formule. Il change donc le coefficient multiplicateur 1,08 par 1,05, qu'il a tapé dans la formule en C7 puis il recopie cette cellule vers le bas. Ensuite il revient sur l'ancienne formule.

La deuxième élève qui aborde cette question est gênée par l'actualisation de feuille de calcul. Cette tâche pose un problème pédagogique : elle pense que les travaux réalisés au début ne pourront pas être pris en compte par le professeur. Car elle pense que si elle change les données, Mme P_{SCEP} ne pourra pas consulter son travail. Mme P_{SCEP} lui propose de recopier un exemplaire de la feuille de calcul de la première question avant la modification des données.

D48	<p>Sylvie : quand on a remplacé... regardez, je vais vous montrer, on a remplacé la population B par vingt milles habitants</p> <p>P : oui ?</p> <p>Sylvie : on... ce qu'il est avant, vous n'allez pas voir donc</p> <p>P : si</p> <p>Sylvie: donc vous aurez l'impression qu'on n'avait pas travaillé</p> <p>P : vous copiez votre feuille vous êtes où ? Vous copiez votre feuille.... Regardez ... j'arrive, j'arrive ! ... édition ...déplacer une copie une feuille, créer une copie... que vous allez mettre là, O.K ? et vous allez voir changer ça ce n'est plus soixante et c'est...</p> <p>Sylvie: vingt</p> <p>P : vingt, vous [inaudible]le tableau automatiquement</p> <p>Sylvie : automatiquement ?</p> <p>P : voilà, votre graphique aussi</p>
------------	--

6.4. Analyse globale de la séance à travers deux composantes

I. Analyse qualitative : Les techniques /gestes attendus et apparus sur tableur

Toutes les classes des types de tâches que nous avons définies dans la classification de l'environnement Tableur sont présentes dans cette séance. Il s'agissait des tâches relatives aux termes de la suite et à un calcul, à une formule de la suite, à une feuille de calcul et à un changement de registre (cf. Tableau récapitulatif des types de tâches).

Les tâches effectives de cette séance portent sur la construction d'une feuille de calcul à partir de la feuille présentée dans l'énoncé (T4b), la construction d'une formule pour le calcul des termes des suites (T3a), le calcul de la différence entre les termes de deux suites (T2), la représentation graphique des suites (T6) et sur la modification des données de la feuille de calcul (T5).

La construction d'une feuille de calcul commence toujours par l'entrée d'une colonne d'indices (jours, années, âge, etc.). Nous avons montré dans les séances précédentes que les élèves n'utilisaient pas la fonction de recopie du tableur pour remplir cette colonne. Dans cette dernière séance, nous constatons que les élèves commencent à utiliser cette fonction notamment en recopiant une formule ($=A6+1$) (cf. D22). Nous remarquons aussi que certaines tâches avec lesquelles les élèves ont rencontré des difficultés lors des séances précédentes ne posent plus de problèmes. Par exemple, dans la séance précédente, Mme P_{SCEP} a intervenu plusieurs fois sur la commande de *Réduire les décimales* alors que dans cette séance, il lui a suffi de rappeler la tâche. La technique utilisée par l'élève observé (Nicolas) pour cette tâche est la même que celle de l'élève observé dans la première séance (celle de Léa) : réduire les décimales cellule par cellule pour les deux premières cellules puis recopier ces cellules.

Après avoir organisé la feuille de calcul, les élèves doivent construire les formules pour le calcul de termes de deux suites et aussi pour le calcul de la différence entre deux suites. Les formules des suites attendues par Mme P_{SCEP}, sont celles qui permettent aux élèves de réactualiser automatiquement la feuille de calcul par les nouvelles données. Il s'agit donc de référer les cellules présentant les données initiales (c'est-à-dire les nombres des populations et les données sur leurs accroissements) en utilisant les références absolues. Nous supposons que les formules entrées par la plupart des élèves sont les mêmes que celles de Nicolas, c'est-à-dire qu'elles comportent une valeur numérique pour l'accroissement et une référence relative à la cellule précédente : $=B6+5$ en B7 pour la première suite et $=C6*1,08$ en C7 pour la deuxième suite. L'utilisation d'un coefficient multiplicateur pour le calcul de l'accroissement en pourcentage n'apparaît pas dans la formule des élèves. Ils construisent leur formule en chaînant deux calculs, l'augmentation de pourcentage et l'addition à la valeur initiale : $=C6+(C6*8/100)$ en C7.

Lors des séances précédentes, Mme P_{SCEP} avait intervenu intensément pour inciter à l'utilisation des références absolues, sans toutefois que dans ces interventions, cette utilisation soit justifiée par des raisons pratiques ou mathématiques. Les élèves ont, comme nous venons de le voir, intégré certaines fonctionnalités du tableur, mais pas les références absolues. Mme P_{SCEP} ne semble pas porter une attention particulièrement à cela et n'intervient pas pour corriger.

Dans cette séance, les élèves rencontrent pour la première fois la représentation graphique d'une suite. Pour cette construction, ce que Mme P_{SCEP} attend des élèves c'est qu'ils puissent manipuler l'assistance graphique du tableur : sélectionner la zone des données, ouvrir la fenêtre de l'assistant graphique et choisir un type de graphique.

Comme c'est la première représentation graphique d'une suite, elle n'exige pas qu'ils choisissent le bon type de graphique. Nous constatons que quelques élèves (par exemple, Nicolas, l'élève observé) atteignent à l'attente de Mme P_{SCEP}. Pour ces élèves, Mme P_{SCEP} a précisé seulement le type de graphique à choisir. Cependant, elle a dû indiquer à certains élèves toutes les étapes de la construction ou elle a dû appliquer directement elle-même l'assistant graphique.

Nous supposons que la tâche portant sur le calcul d'écart ne pose aucun problème pour les élèves puisqu'il n'y a aucune intervention de Mme P_{SCEP}. Les interventions concernant la sélection des colonnes pour la représentation graphique des suites nous montrent que les élèves remplissent bien la colonne d'écart. Nous pouvons donc dire que les élèves peuvent entrer une formule-tableur (=C6-B6) et recopier cette formule vers le bas.

type de tâche	Tâche sur tableur	Ce qu'attend Mme PSCEP	Ce qui émerge dans la classe
T4b	Remplir la colonne des années	Entrer une formule (= A6+1 en A7) et recopier cette formule vers le bas	
	Réduire les décimales	En sélectionnant toutes les colonnes, utilisation de la commande <i>Réduire les décimales</i> dans une fois	Utilisation de la commande <i>Réduire les décimales</i> pour quelques cellules et recopier ces cellules
T3a	Construction des formules-tableur pour le calcul des termes des suites	Utilisation des références absolues dans les formules-tableur Par exemple : =B6+\$D\$2 pour la première suite	Utilisation uniquement des références relatives et les nombres dans les formules-tableur Par exemple : =B6+5 pour la première suite
	Construction d'une formule-tableur pour calculer les termes d'une suite définie avec un taux de croissance en pourcentage	Construire une formule-tableur en utilisant un coefficient multiplicateur = C6*1,08	Construire une formule-tableur en calculant l'augmentation en pourcentage = C6+ (C6*8/100)

Tableau 33. Tableau récapitulatif des techniques instrumentées attendues et émergées – 3^{ème} séance en salle informatique

II. Analyse quantitative des interventions

Dans cette séance, 94 interventions sont repérées. Leur répartition en trois catégories est de la façon ci-contre.

Nous remarquons tout de suite une prédominance des interventions informatiques dans cette séance. Mais nous pouvons parler aussi d'une quasi-compensation entre les catégories par rapport aux séances précédentes.

L'étude des contenus des interventions dans les sous-catégories dans les paragraphes suivants permet de comprendre cette répartition.

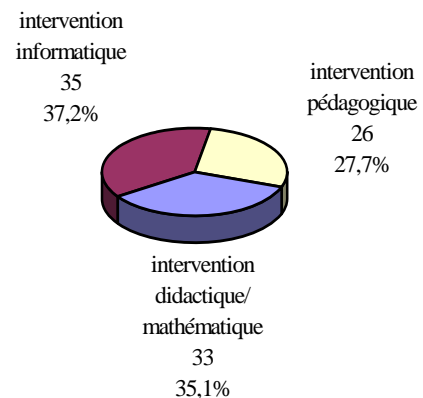


Figure 57. répartition des interventions de Mme P_{SCEP} en trois catégories dans la troisième séance en salle informatique

Interventions pédagogiques

Le tableau ci-dessous montre une répartition équilibrée entre trois sous-catégories des interventions pédagogiques représentant 27,7 % des interventions totales.

<i>Intervention pédagogique</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble des interventions
Prise d'information sur le travail	8	30,8	8,5
Mise en travail	9	34,6	9,6
Rappel au travail	9	34,6	9,6
<i>TOTAL</i>	26	100	27,7

Tableau 34 interventions pédagogiques de Mme P_{SCEP} / 3^{ème} séance en salle informatique

La grande majorité des interventions de mise en travail concerne la fiche de travail. Le fait d'imprimer une page deux fois et une erreur sur la date incite Mme P_{SCEP} à expliquer aux élèves ces incidences pour pouvoir commencer le travail au début de la séance. Ces interventions correspondent à 34,6 % des interventions pédagogiques.

Le *rappel au travail* qui représente aussi 34,6 % des interventions, concerne les interventions de Mme P_{SCEP} pour calmer les élèves pendant la séance.

La *prise d'information* sur le travail constitue 30,8 % des interventions. Le contenu de ces interventions par lesquels Mme P_{SCEP} suivent le travail des élèves est divers : la façon d'entrer les données, la connexion au réseau, l'avancement du travail, la représentation graphique (l'impression et la sélection des données), les applications faites avant les incidences techniques rencontrées.

Interventions didactiques/mathématiques

Les interventions didactiques/mathématiques représentent 35,1 % des interventions. Dans le tableau récapitulatif (ci-dessous), nous remarquons tout de suite que le nombre d'interventions de validation diminue par rapport aux séances précédentes. Il s'agit de 16 interventions dans cette séance contrairement aux séances précédentes où il existe 28 et 24 interventions. Malgré cette diminution, elle prédomine toujours cette catégorie avec une fréquence de 48,5 %. L'indication stratégique est dans le deuxième rang avec une fréquence de 36,4 %. L'explication mathématique représente 15,2 % des interventions didactiques/mathématiques.

<i>Intervention didactique/ mathématique</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble des interventions
Explication mathématique	5	15,2	5,3
Indication stratégique	12	36,4	12,8
Validation du travail	16	48,5	17
<i>TOTAL</i>	33	100	35,1

Tableau 35. interventions didactiques/mathématiques de Mme P_{SCEP} / 3^{ème} séance en salle informatique

Regardons les contenus des interventions. Dans les types de validation du travail, le type II prévaut majoritairement dans cette séance avec 43,8 %. La répartition des autres interventions de validation est totalement équivalente entre les trois autres types. Voici le tableau des types de validation :

Validation du travail					
	Type I	Type II	Type III	Type IV	TOTAL
Nombre d'interventions (Int.)	3	7	3	3	16
% d'Int. de Validation	18,8	43,8	18,8	18,8	100
% d'Int. didactique/mathématiques	9,1	21,2	9,1	9,1	48,5
% d'int. Totales	3,2	7,4	3,2	3,2	17

Tableau 36. répartition du type de validation de Mme P_{SCEP} / 3^{ème} séance en salle informatique

Le type I qui prédominait majoritairement dans les séances précédentes laisse sa place au type II qui présente les remarques de Mme P_{SCEP} sur le travail en suivant la validation courte contrairement au type I. Les remarques faites dans cette séance sont très ponctuelles (type II). Elles concernent le calcul de pourcentage, le format des cellules ou la précision faite pour la tâche suivante. Dans le type III, il s'agit d'interventions de Mme P_{SCEP} sans appel de la part des élèves et dans le type IV, il s'agit d'appel des élèves face à une difficulté, représentent chacun 18,8 % des interventions.

Quant à l'*indication stratégique*, nous avons repéré 12 interventions, soit 36,4 % des interventions didactiques/mathématiques. Les indications de cette séance portent sur différents points : des conseils généraux (essayez, réfléchissez, etc.), la recopie jusqu'aux grands rangs, l'utilisation d'un coefficient multiplicateur pour le calcul de pourcentage, la création d'une représentation graphique de la suite, l'actualisation de la feuille de calcul en changeant les valeurs initiales.

Les interventions de Mme P_{SCEP} concernant l'*explication mathématique* représentent 15,2 % des interventions de cette catégorie. Ces explications sont relatives à la précision de la nature de la suite et des croissances obtenues, au changement d'unités des nombres donnés dans l'énoncé sur la feuille de calcul construite et au calcul de pourcentage.

Interventions informatiques

Les interventions informatiques prédominent cette dernière séance. L'utilisation de l'assistant graphique pour la première fois pour la représentation graphique d'une suite par les élèves, provoque l'augmentation du nombre d'interventions informatiques de Mme P_{SCEP}. Cette augmentation apparaît particulièrement dans l'*indication technique* qui se trouve à la tête de la liste pour la première fois avec un pourcentage de 43. L'*aide sur tableur* qui prévalait dans les séances précédentes, représente 31 % des interventions dans le deuxième rang. Le tableau suivant présente la répartition des interventions dans cette catégorie :

<i>Interventions informatiques</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble des interventions
Aide informatique générale	4	11,4	4,3
Aide sur tableur	11	31,4	11,7
Indication technique	15	42,9	16,0
Explication informatique	5	14,3	5,3
<i>TOTAL</i>	35	100	37,2

Tableau 37. interventions informatiques de Mme P_{SCEP} / 3^{ème} séance en salle informatique

Quant aux contenus des *indications techniques*, comme nous avons indiqué ci-dessus, les indications de Mme P_{SCEP} se rapportent à l'assistant graphique (11 interventions sur 15). Il s'agit majoritairement de la précision du type de graphique à choisir. La sélection de la zone avant de lancer l'assistant graphique est le deuxième type des indications faites par Mme P_{SCEP} sur le graphique. Les autres indications concernent la recopie des cellules vers le bas, l'utilisation de '=' pour le calcul et l'enregistrement du document.

Le contenu de *l'aide sur tableur* concerne majoritairement l'utilisation de l'assistant graphique. Mme P_{SCEP} montre l'application de l'assistant graphique étape par étape pour certains élèves ou elle intervient dans une partie de ces étapes : par exemple la sélection de la zone, le changement de format du graphique obtenu. Mme P_{SCEP} aide aussi les élèves à imprimer le graphique obtenu (l'utilisation du bouton de l'imprimant ou l'organisation de feuille de calcul). Nous trouvons une intervention portant sur la sélection des cellules pour recopier vers le bas. Une autre intervention auprès d'un élève concerne aussi la copie mais cette fois-ci il s'agit de la copie de la feuille avant la réactualisation de la feuille de calcul pour garder la première situation.

L'explication informatique qui représente 14,3 % des interventions informatiques porte sur divers points : la nécessité d'enregistrer les documents sur le serveur et non pas sur le disque local, l'explication sur l'affichage inattendu par l'élève en raison de format de cellule, le glissement du graphique dans une autre endroit, l'actualisation automatique du tableur.

Nous avons repéré 4 interventions, soit 11,4% pour la sous catégorie d'*aide informatique générale* au début et à la fin de la séance. Ces aides concernent l'enregistrement des fichiers et la connexion au réseau.

Type d'interventions		Nombre d'interventions
<i>Intervention informatique</i>	Aide technique général	4
	Aide technique sur le tableur	11
	Indication technique	15
	Explication informatique	5
<i>Intervention didactique/ mathématique</i>	Explication mathématique	5
	Indication stratégique	12
	Validation du travail	16
	Indication technologique	
<i>Intervention pédagogique</i>	Prise d'information sur le travail	8
	Mise en travail	9
	Rappel au travail	9
TOTAL		94

Tableau 38. les interventions de Mme P_{SCEP} / 3^{ème} séance en salle informatique

6.5. Conclusion

Après l'étude des notions de suite arithmétique et géométrique dans les séances précédentes, le début de la dernière séance est consacré aux types de croissance et à leur mise en relation avec les deux types de suites comme le programme le demande. Mais pour Mme P_{SCEP} il s'agit plus de respecter la 'lettre' du programme que son 'esprit' : elle se limite à énoncer le vocabulaire et ne propose pas de situation illustrant ces notions. Une erreur sur le nombre de pages et la date de devoir à remettre perturbe les élèves et oblige Mme P_{SCEP} à faire plusieurs interventions pour la mise en travail des élèves.

Les élèves retrouvent une situation familière où la fiche de travail comporte une feuille de calcul et donc ils commencent directement par construire cette feuille. Ils agissent ainsi de façon 'automatique' sans chercher à comprendre la situation proposée et l'organisation de la feuille. En particulier, ils n'intègrent pas le choix fait par Mme P_{SCEP} d'écrire les effectifs des populations par milliers dans la fiche et non pas par unité et ils produisent des tableaux incohérents, la raison étant exprimée en unités et non pas par milliers.

Cette erreur est compensée par des interventions individuelles auprès des élèves où Mme P_{SCEP} attire l'attention sur les données.

Au cours de cette séance, les élèves créent pour la première fois une représentation graphique des suites à l'aide de l'assistant graphique. La majeure partie de la séance se déroule autour de cette question. Mme P_{SCEP} guide oralement la construction. Elle intervient dans toutes les étapes de cette construction, de la sélection des données au format des axes. Ses interventions se focalisent sur l'aspect technique du tableur plutôt que sur les aspects mathématiques. Par exemple, le choix du type de graphique est imposé sans être justifié ou discuté en fonction des propriétés mathématiques. Mme P_{SCEP} invite les élèves à imprimer leur graphique une fois qu'ils l'ont terminé. Il s'agit bien de « faire produire » un graphique aux élèves, plutôt que d'en faire une exploitation mathématique.

La fiche de travail de cette séance contient une tâche importante sur tableur. Il s'agit de la réutilisation de la feuille de calcul pour une nouvelle situation grâce aux références absolues. Ce point a été souligné par Mme P_{SCEP} dans la séance précédente : dans une situation donnée où le terme initial et la raison peuvent varier, le choix des formules-tableur ayant une référence absolue est plus adéquat en raison de la possibilité de réutiliser la formule grâce à l'actualisation des cellules par le tableur.

Les élèves devaient rencontrer dans cette séance une question portant sur cette tâche. Cependant, la majorité de la classe n'a pas eu le temps d'avancer jusqu'à cette question. Pour les deux élèves observés, cette tâche n'est pas réalisée comme attendu. Les élèves n'ont pas utilisé de référence absolue et ont donc dû modifier les formules pour réutiliser la feuille.

IV. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons analysé les pratiques d'un professeur, Mme P_{SCEP} dont le rapport à l'utilisation des outils informatiques dans l'enseignement est marqué par le « scepticisme » puisque selon elle, l'utilisation des TICE et particulièrement celui du tableur, apporte des contraintes et elle est sceptique vis à vis des avantages que l'institution leur reconnaît.

Cette conclusion s'organise autour de quatre questions : la conception qu'a Mme P_{SCEP} du rôle du tableur en relation avec les notions de croissance et de suite, la façon dont elle conçoit les activités dans sa classe, la manière dont elle gère ces activités, et enfin ses actions/interventions relatives aux techniques d'utilisation du tableur.

Croissance et suite : quel rôle pour le tableur ?

Mme P_{SCEP} a consacré 6 séances à l'étude de la notion de suite dont 3 séances en salle de cours (sans ordinateur) et 3 séances en salle informatique en utilisant le tableur. Dans l'entretien préalable, elle présente seulement l'enseignement de la notion de suite comme un objectif pour la classe de 1^{ère} L. De fait, la place donnée à la notion de croissance est très limitée. Mme P_{SCEP} aborde la notion de croissance et la relation avec la notion de suite uniquement dans la dernière séance à travers une présentation du vocabulaire. Il s'agit pour elle de respecter la 'lettre' du programme, mais visiblement, elle ne voit pas l'intérêt de la notion de croissance. L'enseignement de la notion de suite se limite à la définition des suites arithmétiques et géométriques et porte principalement sur le calcul du terme de rang n. Les situations présentées sont « extra-mathématiques », mais l'aspect « modélisation » n'est pas mis en évidence. Le changement d'unité dans un exercice sur les populations, par exemple, ne conduit pas à une réflexion sur la nature des données et sur la façon de les traiter.

Les séances en salle informatique sont organisées comme une 'application' sur tableur de ce qui a été vu en cours : une séance en salle de cours suivie d'une séance en salle informatique avec des fiches de travail dont le contenu met en jeu les notions étudiées en salle de cours. Les fiches de travail proposées en salle informatique comportent en général une feuille de calcul ou des indications d'utilisation du tableur. A partir de ces fiches, les élèves ont tendance à construire directement une feuille analogue, ou à reproduire les indications d'utilisation. Dans ce fonctionnement « presse-bouton », ils ne cherchent pas à comprendre les situations proposées.

Mme P_{SCEP} a ainsi tendance à guider les élèves pour la manipulation du tableur, sans en discuter les raisons « mathématiques ». Par exemple, lors de la construction d'une représentation graphique d'une suite à l'aide du tableur, le choix du type de graphique est imposé sans être justifié ou discuté

en fonction des propriétés mathématiques. Pour Mme P_{SCEP}, nous l'avons vu, l'objectif est de « faire produire » un graphique aux élèves, plutôt que d'en faire une exploitation mathématique.

Gestion de l'activité des élèves

Le fonctionnement adopté par Mme P_{SCEP} en salle informatique est de passer d'un poste à l'autre et de prendre en charge chaque élève individuellement. Ce fonctionnement est cohérent avec le rôle d'application du cours et de manipulation du tableur qu'elle donne aux séances en salle informatique. En passant d'un poste à l'autre, elle peut contrôler la conformité des réponses et aider à la manipulation. Ce fonctionnement est aussi cohérent avec l'utilisation de fiches d'élèves où les tâches sont généralement découpées en sous-tâches élémentaires. Les élèves passent d'une sous-tâche à l'autre, en principe sous son contrôle. Comme les indications d'utilisation du tableur, ceci concourt à ce que les élèves n'ont jamais à réfléchir sur les situations dans leur globalité.

L'analyse des interventions montre que ce contrôle constitue l'essentiel de l'activité de Mme P_{SCEP}. Il est cependant d'une efficacité très relative. Les élèves ont tendance à n'appeler Mme P_{SCEP} que lorsqu'ils sont face à un dysfonctionnement évident du tableur. Sa prise d'information sur les écrans des élèves n'est, elle aussi, pas toujours efficace. Ceci conduit à ce que dans de nombreux cas, les élèves « passent à la suite » alors que la tâche n'est pas réalisée correctement.

Techniques favorisées

Bien qu'il ne s'agisse pas de leur première utilisation du tableur, les élèves n'ont pas encore intégré les fonctionnalités de cet outil. Par exemple, plusieurs élèves entrent des valeurs de la suite qu'ils ont calculées et n'emploient donc pas de formule-tableur. Ces élèves considèrent encore une feuille de calcul comme un tableau à remplir sur l'ordinateur plutôt que comme un outil de calcul. Mme P_{SCEP} doit insister sur l'intérêt des formules-tableur. Pour certains élèves, elle souligne cet intérêt pour le cas des "grands nombres", pour d'autres, elle emploie l'argument d'autorité (« il faut faire comme cela ». Ainsi Mme P_{SCEP} présente l'intérêt des fonctionnalités générales d'un tableur (utilisation d'une formule, recopie, etc.) pour elles-mêmes plutôt que pour le rôle qu'elles pourraient jouer dans la compréhension des suites.

L'évolution des techniques est aussi l'occasion d'une intervention pour Mme P_{SCEP}. Le fonctionnement adopté par Mme P_{SCEP} rend cette intervention peu efficace. En effet, face aux difficultés d'une tâche nouvelle, les élèves peuvent revenir à une technique antérieure n'utilisant pas les possibilités du tableur. Par exemple, la technique de recopie vers le bas, apprise à la première séance, n'est pas spontanément transférée à une situation où il faut recopier vers la droite. L'élève revient alors à l'entrée directe dans les cellules. Les limites de la prise d'information par Mme P_{SCEP} font qu'elle ne s'aperçoit pas de ce dysfonctionnement.

Dans d'autres cas, les indications qu'elle donne sont sans rapport avec les techniques que les élèves essaient et même parfois avec le problème posé. C'est le cas pour le calcul de sommes partielles où les élèves tentent de façon adéquate d'établir une formule à recopier vers le bas. Ils ont besoin

d'aide, mais Mme P_{SCEP}, comprenant qu'il s'agit de faire des sommes leur indique d'utiliser le bouton de somme automatique du tableur.

Certaines interventions de Mme P_{SCEP} suite aux difficultés rencontrées par les élèves en salle informatique auraient pu être l'occasion de faire le lien entre les techniques utilisées et les notions mathématiques et ainsi de rendre plus tangibles ces notions. Par exemple, Mme P_{SCEP} a fait un bilan sur la différence entre les deux types de références aux cellules (référence relative et absolue) après avoir constaté des difficultés chez les élèves. Elle limite ses explications aux aspects techniques de ces deux notions tableur (changement des cellules avec la référence relative, blocage des cellules avec la référence absolue). Pourtant, les deux notions, bien que spécifiques au tableur, ont une signification mathématique. Dans la formule-tableur d'une suite, la référence relative sert à désigner les index de la suite et la référence absolue sert à désigner la raison et le terme initial.

A travers ces observations, c'est la dualité « pragmatique-épistémique » des techniques qui est en jeu. Les interventions de Mme P_{SCEP} sur les techniques sont cohérentes avec ce qu'elle pense de l'apport possible du tableur --apport à la formation générale plutôt qu'aide à la compréhension des mathématiques, et donc elles portent uniquement sur l'aspect pragmatique.

Mme P_{SCEP} est, comme nous l'avons dit, un professeur dévoué et de grande expérience. Placée en situation d'enseigner avec le tableur, elle tente d'adapter ses modes de fonctionnement. Elle conserve son schéma « cours-exercice » en intégrant le tableur dans la partie exercice. Globalement, elle répond à sa façon au contrat institutionnel tel qu'elle le voit : donner un enseignement sur les suites ainsi que des éléments sur le tableur. Dans son esprit, les élèves sont ainsi « honnêtement » préparés au baccalauréat : ils pourront répondre aussi bien à des questions sur les suites que sur le tableur.

La contrepartie est que le tableur ne joue pas le rôle qu'il devrait jouer dans les compréhensions mathématiques des élèves, puisque des activités sur tableur sont juxtaposées à un enseignement « classique » des suites, ce qui est en contradiction avec l'ambition du programme : donner à ces élèves un accès différent aux notions mathématiques à travers la modélisation et l'emploi d'un outil informatique.

CHAPITRE 5
Analyse des pratiques de
Mme P_{EX}

Dans ce chapitre, nous allons analyser les pratiques d'une enseignante que nous avons nommée Mme P_{EX}. Nous avons expliqué dans le chapitre de méthodologie que nous avons nommé les enseignants en relation avec leur rapport aux TICE. Il s'agit ici d'un professeur qui participe à des projets de recherche portant sur l'intégration des outils informatiques dans l'enseignement et utilise les TIC dans son enseignement depuis les années 80. Elle est un membre de l'équipe TICE de l'IREM –Paris 7. Pendant sa carrière personnelle, elle n'avait jamais enseigné dans la section littéraire. Elle s'est portée volontaire pour cet enseignement après le changement du programme des mathématiques qui privilégie l'utilisation des outils informatiques dans cette section. Nous considérons donc son rapport à l'utilisation des outils informatiques dans l'enseignement comme celui d'un « *expert* » et nous l'appellerons Mme P_{EX}.

I. Présentation générale de l'observation

Les observations ont eu lieu entre le 9.01.2003 et le 20.03.2003 dans un lycée situé dans une banlieue sud de Paris. L'établissement a une bonne réputation surtout pour son enseignement scientifique. Mme P_{EX} a une salle de mathématiques à sa disposition, équipée d'ordinateurs et d'un vidéo-projecteur, dans laquelle tous les cours des mathématiques ont lieu.

La classe observée est une classe de 29 élèves dont 22 filles. Selon Mme P_{EX}, il s'agit d'une classe où 90 % des élèves sont en échec en mathématiques et cette section ne constitue un vrai choix que pour très peu d'élèves. Mme P_{EX} enseigne dans cette classe trois heures par semaine dont une heure en classe entière et une heure en demi-classe. Pour les séances en classe entière, Mme P_{EX} opte pour le travail en groupe. Au début de l'année, les élèves se divisent en petits groupes et durant l'année ils travaillent toujours dans le même groupe en s'installant autour d'un ordinateur. Les groupes qui participent à la première séance de demi-classe s'appellent A (A1, A3, A4, A6 et A9) et les autres B (B2, B5, B7, B8 et B10). 2 groupes (A4 et A6) sont constitués de deux élèves, un groupe (A1) est de quatre élèves et les autres sont constitués de trois élèves. Les séances en demi-classe se déroulent

autour de la présentation de la solution des exercices par un groupe devant la classe. Mme P_{EX} fait

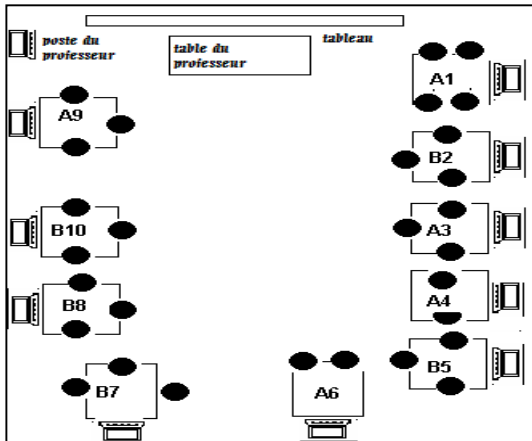


Figure 58. Placement des élèves pour le travail en groupe / la séance en classe entière

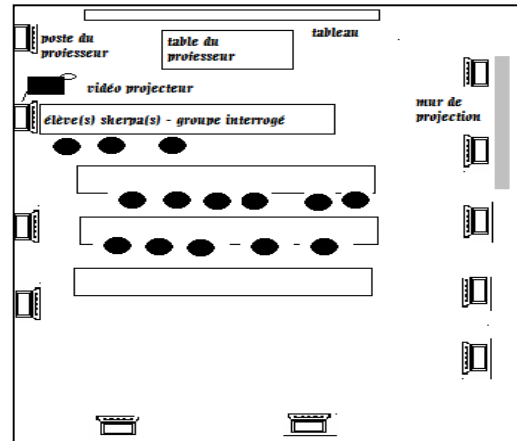


Figure 59. Placement des élèves pour le bilan / la séance en demi-classe

un bilan des exercices puis fait son cours à partir de cette présentation.

Nous avons suivi dix séances dont quatre portaient sur la croissance et six sur la notion de suite. Pour les enregistrements vidéo, la caméra suivait Mme P_{EX} lors des séances en classe entière et pour les séances en demi-classe, elle était focalisée sur la présentation du travail des élèves devant la classe.

Avant notre observation au début de l'année, pour faire connaître le tableur (Microsoft Excel) aux élèves, Mme P_{EX} avait fait des séances sur l'utilisation de ce logiciel et la présentation du calcul sur une feuille du tableur en donnant des exercices « presse-bouton » (des feuilles de calcul pré remplies, les formules avec l'indication des cellules à entrer, etc.). Les élèves sont ainsi déjà familiarisés avec le tableur et ils ont déjà une connaissance de base sur son utilisation (entrer des données et une formule, recopier les cellules ...). Selon Mme P_{EX}, pour certains élèves, le tableur est déjà « un outil de calcul ».

Sur ces dix séances observées, le tableur est utilisé dans les quatre séances consacrées à l'étude de la croissance. Ensuite, Mme P_{EX} passe à l'étude des suites. Les élèves utilisent l'ordinateur seulement dans la seconde séance (n°6) avec un logiciel « imagiciel ». Le tableur intervient à nouveau dans la dernière séance (n° 10) où un contrôle de synthèse est corrigé.

Fiche d'observation de Mme P _{EX}					
	Date	Sujet étudié	Groupe	Outil informatique utilisé	Type d'enregistrement
1	9.01.2003 (jeudi)	Croissance (correction des exercices)	Demi-classe	Tableur	Vidéo/ Audio
2	23.01.2003 (jeudi)	Croissance (exercices du manuel + correction)	Demi-classe	Tableur	Vidéo/ Audio
3	29.01.2003 (mercredi)	Croissance (exercices)	Classe entière	Tableur	Vidéo/ Audio
4	30.01.2003 (jeudi)	Croissance (correction des exercices de la séance précédente)	Demi-classe	Tableur	Vidéo/ Audio
	5.02.2003	Contrôle			
5	6.02.2003 (jeudi)	Suite (Jeu de la tour de Hanoi)	Demi-classe	_____	Vidéo/ Audio
6	26.02.2003 (mercredi)	Suite (activités sur logiciel)	Classe entière	Logiciel imagiciel de première	Pas d'enregistrement à cause des problèmes techniques
7	27.02.2003 (jeudi)	Suite (bilan de la séance précédente)	Demi-classe	_____	Vidéo/ Audio
8	5.03.2003 (mercredi)	Suite (exercices du manuel)	Classe entière	_____	Vidéo/ Audio
9	6.03.2003 (jeudi)	Suite (correction des exercices de la séance précédente)	Demi-classe	_____	Vidéo/ Audio
	12.03.2003	Contrôle			
10	13.03.2003 (jeudi)	Suite (exercices + correction)	Demi-classe	Tableur (juste pour réaliser un calcul)	Vidéo/ Audio

Tableau 39. Fiche d'observation de Mme P_{EX}

II. Présentation de Mme P_{EX}

L'utilisation des TICE : une pratique habituelle

Mme P_{EX} se sert des outils informatiques depuis plus de vingt ans dans son enseignement des mathématiques. Elle était ainsi « un peu marginale » parmi ses collègues avant les nouveaux programmes officiels encourageant les TICE. Elle affirme qu'aujourd'hui, avec ces programmes et les manuels scolaires qui présentent des situations d'utilisation des TICE, ses pratiques prennent une légitimité autant auprès des parents que de ses collègues.

Outils indispensables pour enseigner certains contenus

Faute de temps, Mme P_{EX} n'utilise pas systématiquement les TICE dans toutes ses classes. Car quand les élèves travaillent sur l'ordinateur, selon elle, un professeur ne peut pas accélérer le déroulement de la séance comme il peut le faire dans le cours habituel. Mais elle se sert de ces outils quand elle pense que leur apport est décisif. (les logiciels pour la géométrie dans l'espace, le tableur pour la statistique etc.)

Liens entre les apports des TICE à l'apprentissage et les types d'activité choisies

Elle déclare que les types d'activité proposés aux élèves avec les TICE sont très importants pour leur apprentissage. « Les activités «presse-bouton» n'apportent rien aux apprentissages. » Mais elle affirme parfois utiliser ce type d'activité pour la révision.

Nécessité de changer le statut dominant des enseignants pour utiliser des TICE

Mme P_{EX} est convaincue que pour pouvoir utiliser des TICE, les professeurs doivent prendre le risque d'être en échec devant leurs élèves. Il faut faire accepter aux élèves que les professeurs ne savent pas faire certaines choses. Selon elle, il est difficile pour certains professeurs de changer de point de vue car ils pensent que cela les empêcherait de tenir leur classe. Mme P_{EX} remarque également que les professeurs qui n'utilisent pas les TICE évitent aussi de faire travailler leurs élèves en groupe. Elle pense que ces deux types d'enseignement apportent les mêmes types de contraintes au professeur au niveau de la gestion de la classe

L'importance d'une salle de mathématiques

Pour elle, une salle de mathématique est une salle de classe équipée d'ordinateurs. Tous les cours de mathématiques de Mme P_{EX} se déroulent dans une salle de ce type. Pour enseigner les mathématiques à l'aide des ordinateurs, faire travailler les élèves dans une telle salle de mathématiques est plus fructueux que de les déplacer vers la salle informatique. Selon son expérience, quand les élèves quittent la classe où se déroulent les cours des mathématiques pour faire des mathématiques en salle informatique, ils quittent aussi le cadre des mathématiques et ils s'intéressent plutôt au côté informatique du travail.

Donner une autre image des mathématiques

En utilisant les outils informatiques, le premier but de Mme P_{EX} est de donner une autre image des mathématiques aux élèves. La plupart des élèves de 1^{ère} L étant en échec dans ce domaine, la priorité de Mme P_{EX} est de faire une entrée différente dans les mathématiques grâce aux TICE et de changer ainsi la façon de travailler cette discipline. Elle trouve que l'outil informatique est un moyen très efficace pour centrer la classe de 1^{ère} L sur les cours de mathématiques.

L'objectif essentiel du programme de la classe de 1^{ère} L

Comme le programme préconise l'usage de l'informatique, Mme P_{EX} accepte volontairement d'enseigner en 1^{ère} L. Pour elle, l'objectif du programme est d'amener les élèves à faire des raisonnements.

Les suites comme modélisation

Pour ce chapitre, Mme P_{EX} commence par l'étude des types de croissance (linéaire et exponentielle). Elle consacre beaucoup de temps à cette étude avant de formaliser des types de croissance à l'aide des suites. Elle précise qu'elle va proposer aux élèves seront plutôt du type

suivant ; donner une situation, demander quel est le type de croissance et après la modéliser par une suite. Elle pense aussi que les élèves pourriez rencontre ce type de questions dans l'épreuve de baccalauréat.

Elle pense qu'aborder les suites directement serait une approche trop formelle pour les élèves de 1^{ère} L.

III. Analyse des séances

Comme nous avons évoqué lors de la présentation générale des observations, l'utilisation du tableur n'a pas eu lieu dans toutes les séances observées. Dans les analyses, nous nous centrerons sur les séances qui portent sur l'utilisation du tableur. Il s'agit alors des quatre premières séances et de la dernière séance de nos observations (cf. fiche d'observation de Mme P_{EX}).

1. Première séance : détermination de la croissance linéaire et de la croissance exponentielle

1.1. Présentation générale de la séance

Nos observations commencent à partir d'une séance de bilan en demi-classe. En raison d'un problème d'organisation, nous n'avons pu assister à la séance précédente qui était la première séance du chapitre concerné et dans laquelle les élèves avaient travaillé en groupe sur une fiche de travail dont la correction fait l'objet de cette séance de bilan.

Pour cette séance, l'objectif général de Mme P_{EX} est de définir, à partir de la correction des exercices, les deux types de croissances : croissance linéaire et exponentielle.

Pour organiser son cours en classe de 1^{ère} L, Mme P_{EX} préfère généralement aborder les notions à partir du bilan des exercices en interrogeant un groupe sur son travail. Cette séance se déroule donc conformément à cette organisation.

1.2. Analyse des exercices proposés

La fiche d'élèves de cette séance contient quatre exercices qui ont pour l'objectif de présenter les deux types de croissance. Les exercices 1 et 4 présentent la croissance linéaire, les exercices 2 et 3 portent sur la croissance linéaire et exponentielle où une comparaison de ces deux types de croissance est demandée. Nous limitons notre analyse aux deux premiers exercices qui sont étudiés et corrigés dans cette séance.

Exercice 1. L'énoncé du premier exercice est le suivant :

Exercice 1

Lara vient de naître. Sa grand-mère dépose 100 € sur un compte bancaire et décide de verser à chacun de ses anniversaires 100 € auxquels elle ajoute le double de l'âge de Lara en euros.

1) Calculer le montant de chaque versement jusqu'à la majorité de Lara.

2) De quelle somme pourra disposer Lara le jour de ses 18 ans ?

En fait, il s'agit du même énoncé proposé par Mme P_{SCEP} lors de sa première séance en salle informatique. La version proposée par Mme P_{SCEP}, qui est extraite d'un manuel scolaire, est un exercice visant l'utilisation du tableur ayant des questions spécifiques au tableur (la présentation d'une feuille de calcul, les formules-tableur à choisir, etc.). Il porte explicitement sur la notion de suite en demandant le calcul des premiers termes. Cependant dans la version proposée par Mme P_{EX}, il n'y a aucune indication concernant le tableur ni les notions mathématiques en jeu.

L'analyse de l'exercice selon la version proposée par Mme P_{SCEP} est déjà faite dans le chapitre IV. Cette analyse nous a permis de voir une solution possible avec l'utilisation du tableur. Ici nous allons seulement essayer d'interpréter cet énoncé par rapport aux objectifs de Mme P_{EX}. Il s'agit donc d'une interprétation de la situation par la notion de croissance.

Pour le $x^{\text{ème}}$ anniversaire de Lara, un versement de $(100+2x)$ € est effectué. Il s'agit ici d'une croissance linéaire. Nous supposons que la résolution de cette question par les élèves peut rester au niveau numérique sans chercher une formulation générale, ce qui n'est pas demandée explicitement. Une approche graphique peut être proposée par Mme PEX en s'appuyant sur les connaissances des élèves relatives à la notion de fonction affine. Les élèves connaissent ce type de fonction depuis la classe de 3ème sous la forme $f:x \rightarrow ax+b$. Dans cet exercice, a et b étant ; $a=2$, $b=100$ la fonction en question sera $f:x \rightarrow 2x+100$. Cette approche graphique peut permettre à Mme PEX d'aborder la croissance linéaire plus facilement que par une approche numérique.

Rappelons maintenant ce que contient une résolution possible par un tableur : d'abord les index (ici les années) peuvent être indiqués dans la colonne A. Les élèves peuvent utiliser la recopie incrémentée, c'est-à-dire, entrer les deux premières lignes et les recopier vers le bas (Figure 60) ou bien entrer la première ligne et la formule $=A2+1$ en A3 et la recopier (Figure 61). Il est aussi possible que certains élèves tapent chaque nombre cellule par cellule comme nous l'avons constaté dans la classe de Mme P_{SCEP}.

Ensuite, les élèves peuvent calculer chaque versement en se référant à la colonne A et en inspirant du calcul algébrique réalisé à partir de l'interprétation de l'énoncé. Il s'agit alors d'ajouter le double de l'index

	A	B	C
1	année	versement	total
2		0	
3		1	
4			
5			
6			

Figure 60. La recopie incrémentée

	A	B	C
1	année	versement	total
2		0	
3	$=A2+1$		
4			
5			
6			

Figure 62

	A	B	C
1	année	versement	total
2		0	100
3		$=100+2*A3$	
4	2		
5	3		
6			

Figure 61.

	A	B	C
1	année	versement	total
2	0		100
3	1	$=B2+2*A3$	
4	2		
5	3		
6	4		

Figure 63

trouvé dans la colonne A à la valeur constante 100. Pour cette formule, les élèves peuvent utiliser les différentes syntaxes du tableur : par exemple une formule comme celle $-ci = 100 + 2 * A3$ (Figure 62), ou une formule en utilisant la référence absolue pour la valeur constante, comme celle $-ci = \$B\$2 + 2 * A3$ (Figure 63).

La référence absolue permet d'actualiser facilement le calcul pour une autre valeur. Elle permet de généraliser la formule pour un type de situation. La formule attendue par Mme P_{EX} devrait donc être plutôt une formule avec une référence absolue.

Dans la deuxième question, pour un calcul de somme, si les élèves n'utilisent pas le tableur dans la question précédente, ils seront obligés d'additionner tous les versements qu'ils ont calculés en papier/crayon. Un calcul de somme à partir de la formule de somme d'une série, n'est pas évident parce que ce calcul nécessite d'abord une généralisation de la situation, ce à quoi nous ne nous attendons pas dans cette séance, ensuite cette formule de somme n'est pas l'objet d'étude dans cette section. Les élèves peuvent par contre utiliser une calculatrice. Il est possible aussi de rencontrer l'utilisation du tableur comme une calculatrice pour réaliser ces additions.

Dans le cas d'utilisation du tableur, le calcul de somme peut être mené de deux manières différentes : les élèves peuvent, soit utiliser la fonction automatique « SOMME » du tableur en cliquant sur la barre d'outils ou bien en tapant la formule de SOMME (Figure 64), soit calculer la somme en additionnant chaque versement dans une colonne à l'aide d'une formule référant à la colonne de versement.

	A	B	C
1	année	versement	
2		0	100
3		1	102
4		2	104
...			
18		16	132
19		17	134
20		18	136
21		19	=SOMME(B2:B20)
22			

Figure 64

Dans ce dernier cas, les élèves peuvent entrer deux formules différentes : ils peuvent le calculer à partir de la colonne de chaque versement en entrant la formule $= B2+B3$ (Figure 65) ou bien ils peuvent ajouter le montant précédent au calcul du versement de l'année, c'est-à-dire $= \$B\$2 + 2 * A3 + B1$. (Figure 66).

	A	B	C
1	année	versement	total
2		0	100
3		1	=B2+B3
4		2	104
5		3	106

Figure 65

Dans la version originale de la question (voir la partie de Mme PSCEP), ces deux dernières formules sont explicitement demandées pour montrer la définition d'une suite par récurrence. L'objectif de

	A	B	C
1	année	versement	total
2		0	100
3		1	=B2+B3
4		2	104
5		3	106

Figure 66

Mme PEX dans cette question n'est pas assez clair. Il nous semble que c'est l'instrumentation pour la somme automatique du tableur qui est plutôt visée par Mme PEX

Exercice 2. Cet exercice porte sur l'étude de l'évolution d'un capital placé au taux annuel avec les différentes formules : intérêt simple et intérêt composé. La première suit une croissance linéaire et la deuxième suit une croissance exponentielle. L'objectif de cet exercice est la comparaison de deux types de croissance à partir de ces deux situations.

Exercice 2

1) Une personne A place un capital de 5 000 € à «intérêts simples» au taux annuel de 5 %. Cela signifie que chaque année on ajoute à son capital un intérêt égal à 5% de la somme déposée initialement.

Calculer la somme obtenue au bout de 20 ans.

2) Une personne B place un capital de 5 000 € à «intérêts composés» au taux annuel de 2 %. Cela signifie que chaque année on ajoute à son capital obtenu l'année précédente un intérêt égal à 2 % de la somme obtenue l'année précédente.

Calculer la somme obtenue au bout de 20 ans.

3) Quelle est la formule la plus avantageuse. Discuter suivant le nombre d'années de placement

Pour la première question, les élèves doivent calculer d'abord l'intérêt constant par un calcul de pourcentage pour l'ajouter au capital à la fin de chaque année (5% du capital 5000 soit 250€). Le calcul de la somme obtenue au bout de 20 ans doit être facilement réalisé par les élèves avec cet intérêt constant trouvé ($5000 + (250 \times 20) = 10000$).

Regardons maintenant l'utilisation du tableur dans cette question. Sur le tableur, les élèves peuvent calculer l'intérêt en utilisant les différentes syntaxes. Ils peuvent faire le calcul dans une cellule comme dans une calculatrice, en entrant les nombres (Figure 67). Ils peuvent également utiliser la référence relative (Figure 68) ou bien ils peuvent se servir d'une fonction du tableur qui permet de multiplier directement par le pourcentage (Figure 69)

	A	B
1	intérêt	=5000*5/100
2		
3		
4		

Figure 68

	A	B
1	taux annuel	0,05
2	capital	5000
3	intérêt	=B2*B1
4		

Figure 69

	A	B
1	intérêt	=5000*5%
2		
3		
4		

Figure 70

Après avoir calculé l'intérêt constant, pour le calcul des capitaux, les élèves peuvent utiliser deux types de formule, soit une formule de récurrence soit une formule fonctionnelle.

	A	B	C
1	année	capital	intérêt
2	0	5000	250
3	1	=B2+250	
4	2		
5	3		

Figure 67

Dans le premier cas, c'est-à-dire en ajoutant l'intérêt constat au capital précédent, les élèves peuvent entrer les deux formules suivantes; «=B2+250 » (Figure 70) ou ils peuvent utiliser une référence absolue pour l'intérêt « =B2+\$C\$2 » (Figure 71)

	A	B	C
1	année	capital	intérêt
2	0	5000	250
3	1	=B2+\$C\$2	
4	2		
5	3		

Figure 71

Dans le cas d'une formule fonctionnelle, c'est-à-dire pour calculer le capital actuel à partir du capital initial en ajoutant la somme des intérêts, les élèves doivent référer à la colonne de l'année dans leur formule. Ils peuvent écrire cette formule de différentes façons : soit en utilisant les valeurs constantes et une référence relative comme la suivante : « =5000+A3*250 » (Figure 72) soit en utilisant des références absolues pour les valeurs comme la suivante « =\$B\$2+A3*\$C\$2 » (Figure 73).

	A	B	C
1	année	capital	intérêt
2	0	5000	250
3	1	=5000+A3*250	
4	2		
5	3		

Figure 72

	A	B	C
1	année	capital	intérêt
2	0	5000	250
3	1	= \$B\$2+A3*\$C\$2	
4	2		
5	3		

Figure 73

La deuxième question demande le calcul de l'intérêt composé. Pour réaliser ce calcul, l'utilisation d'un coefficient multiplicateur par les élèves peut être attendue pour pouvoir aborder la croissance exponentielle. Mais il nous semble que, dans cette question, cette utilisation n'est pas très explicite pour les élèves. En plus, nous savons que le calcul de coefficient multiplicateur et son utilisation posent toujours un problème. Pour le calcul de capital, il nous semble que les élèves peuvent calculer d'abord l'intérêt puis ils peuvent ajouter cet intérêt au capital, plutôt qu'une multiplication par un coefficient multiplicateur.

Pour le calcul des capitaux dans cette question à l'aide du tableur, les élèves peuvent construire une feuille de calcul de deux façons : soit, ils peuvent calculer les capitaux et les intérêts dans les différentes colonnes, soit, ils peuvent le faire dans une seule colonne.

Calcul des capitaux et des intérêts dans les différentes colonnes : pour réaliser ce calcul, les élèves doivent calculer d'abord deux premiers capitaux avant de recopier les formules saisies vers le bas.

Nous avons montré ci-dessus, les différentes syntaxes possibles dans une formule pour le calcul de l'intérêt pour une année. Dans cette question, en recopiant la formule, les élèves doivent

	A	B	C	D	E
1			taux annuel	2% ou	
2	année	capital	intérêt	0,02	
3	0	5000	=B3*\$D\$2		
4	1				
5	2				

Figure 74

calculer les intérêts pour plusieurs années. Pour réaliser ce recopiage, les élèves doivent choisir une formule dans laquelle la valeur de pourcentage ne change pas (utilisation d'une référence absolue, un nombre ou écriture en pourcentage)(Figure74).

	A	B	C	D	E
1			taux annuel	2% ou	
2	année	capital	intérêt	0,02	
3	0	5000	100		
4	1	=B3+C3			
5	2				

Figure 75

Après le calcul de l'intérêt de la première année dans la colonne C, les élèves doivent ajouter cet intérêt au capital initial pour avoir le capital de la première année dans la cellule B4.(Figure75). Le calcul du deuxième intérêt dans la cellule C4

	A	B	C	D	E
1			taux annuel	2% ou	
2	année	capital	intérêt	0,02	
3	0	5000	100		
4	1	5100	102		
5	2				
6	3				

Figure 76

peut être réalisé en recopiant la formule vers le bas. Après avoir obtenu le capital et l'intérêt de la première année, en recopiant en

même temps les formules dans les cellules B4 et C4 vers le bas (Figure 76), les élèves peuvent facilement obtenir les capitaux et les intérêts pour les années suivantes.

Calcul des capitaux et des intérêts dans une colonne : les élèves peuvent entrer directement une formule par laquelle ils peuvent calculer l'intérêt puis l'ajouter au capital. Par exemple une formule comme la suivante : =B3+B3*\$D\$2(Figure77)

	A	B	C	D	E
1			taux annuel	2% ou	
2	année	capital		0,02	
3	0	5000			
4	1	=B3+B3*\$D\$2			
5	2				
6	3				

Figure 77

Dans le cas de l'utilisation du coefficient multiplicateur, la formule à saisir consiste donc à multiplier des capitaux en référence relative par le coefficient multiplicateur en référence absolue ou en nombre. (=B3*\$C\$3 ou = B3*1,02) (Figure 78).

	A	B	C	D	E
1	taux annuel	2% ou 0,02			
2	année	capital	CM		
3	0	5000	1,02		
4	1	=B3*\$C\$3			
5	2				
6	3				

Figure 78

Il nous semble que l'utilisation du coefficient multiplicateur ne peut pas apparaître en soi dans les travaux des élèves. Nous pensons que Mme P_{EX} peut intervenir pour une telle utilisation pour pouvoir aborder la croissance exponentielle qui est l'objectif de cet exercice. Il faut en effet montrer qu'on multiplie toujours le même nombre. Pour pouvoir souligner cette propriété de la croissance, il faut faire explicitement ce constat.

La dernière question demande la formule plus avantageuse. Au bout de vingt ans, la première formule avec l'intérêt simple apparaît plus avantageuse que la deuxième avec l'intérêt composé (10000 € contre 7429,74 €). Cependant, quand on regarde sur une très longue période à partir de 83 ans à l'aide du tableur, la deuxième formule commence à être plus avantageuse. Cette question peut permettre à Mme P_{EX} de favoriser l'utilisation du tableur auprès de ses élèves.

Ces deux exercices proposent des situations facilement accessibles pour les élèves pour aborder les deux types de croissance. Particulièrement le deuxième exercice portant sur la comparaison des formules permet au professeur de montrer les différences entre ces deux types. Quant à l'utilisation du tableur pour ces exercices dans lesquels il n'y a aucune indication, nous avons montré que la flexibilité syntaxique du tableur amène aux plusieurs possibilités pour une même formule (la possibilité d'entrer directement les nombres dans les formules au lieu d'utiliser des références de cellules. Voir le calcul d'intérêt ci-dessus). Il nous semble que cela peut poser une contrainte pour le professeur pour atteindre son objectif.

1.3. Déroulement et analyse local de la séance à travers les phases

Comme nous avons déjà précisé, dans cette séance, il s'agit de la synthèse des travaux de groupe réalisés lors de la séance précédente sur les deux types de croissance : linéaire et exponentielle.

Pendant la séance, la présentation du travail de deux groupes a été réalisée. Après la présentation du premier travail au tableau et sur tableur, Mme P_{EX} fait l'introduction de la notion de croissance. La présentation du travail du deuxième groupe sur tableur, est suivie par une brève mise en point relative au lien entre le coefficient multiplicateur et la croissance exponentielle. Nous pouvons donc distinguer cette séance en cinq phases :

- Phase 1 (9 minutes) : Présentation d'une résolution du premier exercice au tableau par le groupe A4
- Phase 2 (13 minutes) : Suite du travail sur la solution du premier exercice sur le tableur par le groupe A4
- Phase 3 (5 minutes) : Exposé de Mme P_{EX} sur la croissance
- Phase 4 (22 minutes) : Présentation d'une résolution du deuxième exercice sur le tableur par le groupe A3
- Phase 5 (4 minutes) : Le coefficient multiplicateur évoqué par Mme P_{EX}

Phase 1 : Présentation d'une résolution du premier exercice au tableau par le groupe A4

Souplesse du choix de l'environnement

La séance commence par la présentation du travail d'un groupe choisi par Mme P_{EX}. Il s'agit du groupe A4 qui est constitué de deux élèves Guy et Lucy. L'enseignant laisse au groupe le choix de l'environnement pour la présentation.

P1.Ep1	P : [...] allez, vous avez donc le tableau à votre disposition. Si vous voulez l'ordinateur, il est à votre disposition, si vous voulez papier crayon, vous avez le stylo sur la table. Allez, on vous écoute [...]
---------------	--

Ce groupe a uniquement travaillé en papier crayon lors de la séance précédente. Il va donc présenter son travail au tableau.

Comme Mme P_{EX} observe le travail des élèves pendant le travail en groupe, elle a déjà une idée sur ce qu'a fait la classe dans son ensemble et sur ce que chaque groupe a pu produire. Cette observation lui permet aussi d'avoir des informations à propos des difficultés rencontrées, de la compréhension des exercices et de l'utilisation du tableur. Comme elle a précisé lors de l'entretien, elle fait aussi le choix du groupe à interroger à partir de cette observation. Par exemple si elle remarque qu'un groupe se trouve en difficulté vis-à-vis de l'activité proposée, elle choisit d'interroger ce groupe. Mais si elle veut accélérer son cours, elle choisit un groupe qui aura réussi les exercices proposés.

Selon Mme P_{EX}, le groupe A4 n'est pas très motivé et plutôt en retard dans la réalisation des activités proposées. Il nous semble que ce choix a pour objectif de ne pas avancer très vite au début de ce nouveau chapitre. D'autre part, dans le déroulement de cette phase, nous remarquons que le groupe A4 a du mal à interpréter l'énoncé de l'exercice. Il est possible que cette difficulté que Mme P_{EX} aurait constatée lors de la séance précédente, l'ait conduite à choisir ce groupe.

Avant la présentation du travail, Mme P_{EX} rappelle le rôle de la classe dans la séance de bilan. Elle précise que c'est la classe qui doit vérifier et se mettre d'accord sur le travail présenté :

P1.Ep1	P : [...] euh ! en correction vous écoutez, et puis ensuite vous allez dire ce que vous en pensez si vous êtes d'accord ou pas d'accord avec ce qu'ils ont fait. Moi je ne surveille pas, euh ! méfiez-vous, je ne surveille pas du tout ce qu'ils font, moi je vous surveille, je vous regarde, soyez sages, donc vous surveillez ce qu'ils font, allez, allez-y.
---------------	---

Interprétation de l'énoncé : calcul des premiers versements

Après avoir lu l'énoncé du premier exercice, Guy commence à écrire au tableau 100 pour 1 an, 200 pour 2 ans, 300 pour 3 ans. En fait, ce qu'on attend c'est d'ajouter le double de l'âge de Lara au 100 pour chaque année ($100+2 \times 1$ pour 1 an, $100+2 \times 2$ pour 2 ans, etc.). À la suite de la réaction de certains élèves, l'intervention de Mme P_{EX} ne tarde pas à venir :

P1.Ep3	P : [...] Ils n'ont pas l'air d'accord hein ? Ils n'ont pas l'air d'accord. Alors dis eux ce que vous en pensez, alors reprenez le texte. Mais attends, tu n'es pas obligé d'effacer, c'est pas parce qu'ils disent que c'est pas bon, défends ta proposition ! Ils ne sont pas d'accord mais discutez un petit peu
---------------	--

Mme P_{EX} démarre la discussion en demandant au groupe interrogé de préciser ce qu'il a compris de l'énoncé et aux autres élèves de dire pourquoi ils ne sont pas d'accord. Elle conclut que le groupe interrogé n'a pas bien interprété le texte de l'énoncé. Guy recommence à calculer le montant du versement. L'enseignant intervient tout de suite sur la forme de l'écriture du calcul :

P1.Ep4	<p>P : donc 100 € donc t'écrits 100 auxquels elle ajoute donc a priori on écrit ... 100 donc, 100 plus mais auxquels elle ajoute...non, non tu ne fais pas directement le calcul au cas où tu peux te tromper, t'écrits pas le calcul directement, t'écrits 100 plus...plus...tu décortiques 2... deux fois son âge...deux fois... quand elle a un an, quand elle a un an, sa grand-mère dépose...tu relis la phrase, sa grand-mère dépose 100 € auxquels elle ajoute le double donc ça fait plus deux fois.. l'âge de Lara. Donc Lara avait un an donc ça fait 100... ?</p> <p>Guy: plus deux, 300 ?</p> <p>P : son âge n'est pas 100 ans quand même</p> <p>Guy : ah plus deux fois un,</p> <p>P : voilà</p>	<p>Au tableau</p> <p>100 + 200</p> <p>100+2×1=102</p>
---------------	--	--

Confusion entre versement et somme

Mme P_{EX} demande à la classe si tout le monde est d'accord sur le calcul et un élève montre une confusion entre le versement et la somme. Il affirme que la réponse est 202 pour 1 an, parce que Lara a déjà 100 € à la naissance. Mme P_{EX} demande aux élèves de relire l'énoncé. Après l'accent mis par Mme P_{EX} sur 'montant de chaque versement', l'élève remarque très vite cette confusion.

Calcul simple

Au tableau, Lucy continue le calcul des années suivantes : pour le 2ans, $100 + 4 = 104$ et pour 3 ans $100 + 9 = 109$. Mme P_{EX} intervient et demande à la classe où Lucy s'est trompée. Elle propose de relire l'énoncé.

P1.Ep6	<p>P : tu vois pourquoi elle s'est trompée, est-ce que vous pouvez avoir une idée ? allez, je vous donne ça et je vous dis qu'elle s'est trompée .. écoutez vous un petit peu, dites-moi qu'est-ce qui a engendré une erreur dedans</p> <p>E : c'est le carré</p> <p>P : 4 elle a cru que 4 c'était le carré, au lieu, elle a du écrire 2 fois 2 et peut être ... 2 fois 2, tu vois comment cela engendre vite une erreur, donc il vaut mieux mettre des quantités des calculs, 2 fois un donc là 2 fois 2 au dessus à la place de 4 t'écrits 2 fois 2, à place de 4,..., 2 fois 2, ça 2 fois 3 ça fait donc 6</p>
---------------	---

Les élèves affirment que Lucy prend le carré de l'âge de Lara au lieu de multiplier par 2. Mme P_{EX} propose de mettre des quantités des calculs. Lucy écrit cette fois-ci comme suit : $100 + 2 \times 2 = 104$, $100 + 2 \times 3 = 106$, $100 + 2 \times 4 = 108$.

Phase 2 : Suite du travail sur la résolution du premier exercice sur tableur par le groupe A4

Incitation à l'utilisation du tableur

Après avoir interprété et calculé les trois premiers termes de la série demandée, tout en conservant le même groupe, Mme P_{EX} met l'accent sur l'intérêt du tableur et incite très fortement ce groupe à l'utiliser et sollicite le reste de la classe pour qu'il l'aide dans cette utilisation.

En effet, le calcul à faire est très élémentaire mais il faut calculer les dix huit premiers termes de la série et la somme des termes. Donc le calcul avec le tableur devient pertinent. Mme P_{EX} incite

l'utilisation du tableur en soulignant que dans cet exercice, le calcul à la main prend du temps et qu'ils ont « *un moyen plus moderne* » à leur disposition pour ce type de tâches.

P2.Ep1	<p>P : bon alors je vous signale que tout le monde attend pourquoi ? Qu'est-ce qu'on a à l'heure actuelle ? On fait tous les calculs à la main, est-ce qu'on a un moyen plus moderne pour faire ça ? On a un moyen plus moderne pour faire ça, vous faites à la main ?</p> <p>E : Outil informatique</p> <p>P : c'est à dire ?</p> <p>E : le tableur</p> <p>P : le tableur, alors allez-y</p>
---------------	--

Comme l'objectif est de travailler sur le type de croissance, l'activité mathématique relative à cet exercice commence après la construction de la série sur tableur. Il nous semble donc que Mme P_{EX} éprouve la nécessité d'intervenir afin de relancer le travail en proposant l'utilisation du tableur dans cette étape alors qu'elle avait laissé aux élèves, au début de la séance, le choix de l'environnement de présentation.

Construction de la feuille de calcul

Guy commence à construire une feuille de calcul. Dans la colonne A, il entre l'indice d'âge en tapant chaque nombre un par un. Mme P_{EX} intervient et elle demande d'entrer les nombres d'une façon qui permet d'« *économiser du temps* » :

	<p>P : [...] si t'avais mis 70, qu'est-ce que tu peux préférer ? Quand même t'as appris d'autre choses ? Alors vas-y, remonte-moi en haut, 2, ce n'est pas ...tu tapes 2, 3 attends, tu nous économises un peu de temps, tu ne tapes pas 2, enlève- toi, remis haut 2, là, allez qu'est-ce que tu vas faire ? Remets à la place de 2, vous êtes deux, hein? allez</p>
--	--

Guy revient sur la cellule A4, il entre « = a3+1 », il l'efface et il met « = », il clique sur la cellule A3 et il entre + 1 (en A4 « =A3+1 ») (Figure 79) Mme P_{EX} intervient de nouveau pour la recopie de cellule et il la copie jusqu'à 18 ans.

Figure 79

P2.Ep2	<p>P : tu peux y aller, elle peut recevoir de cadeaux de sa grand-mère un peu plus long temps encore, peut-être non ? Jusqu'à quel âge ?</p> <p>Guy : jusqu'à sa majorité</p> <p>P : jusqu'à sa majorité, bon, alors d'accord après, qu'est-ce que tu vas mettre dans la deuxième colonne ?</p>
---------------	--

Guy cherche ce qu'il va mettre dans la 2^{ème} colonne. Il entre d'abord «montant en» dans la cellule B2, après «montant». Il clique sur la cellule B3 et il entre *Format, Cellule..., Nombre, Catégorie, Monétaire* et il parcourt la liste *Symbole*. Mme P_{EX} fait appel à la classe pour qu'ils l'aident. Guy sort de là, revient en B3 et tape la formule « =100+2*A3 » et il la copie jusqu'à 18 ans (Figure 80).

Figure 80

Ensuite Mme P_{EX} demande si la classe est d'accord. Un élève propose de préciser le montant de départ dans la colonne de B. Guy entre «naissance» en cellule C2 et 100 en cellule C3. Mais la classe et Mme P_{EX} ne sont pas satisfaites du remplacement. Guy l'efface et clique sur la cellule A3 et puis le menu *Insertion..., décaler les cellules vers le bas*. Il tape « naissance » dans cette cellule ajoutée et il fait la même application dans la cellule B3 pour entrer 100 (Figure 81).

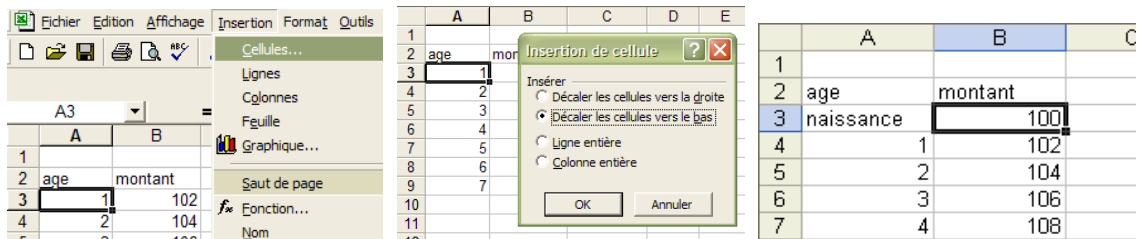


Figure 81

Orientation vers l'utilisation de la référence absolue

Pour le calcul des termes, Guy entre une formule inspirée des calculs écrits au tableau (Figure 82) :

	A	B
1		
2	age	montant
3	1	=100+2*A3
4	2	
5	2	

Tableau \Rightarrow Tableur

Figure 82

Il remplace l'âge de Lara par la référence de la cellule. Par contre Mme P_{EX} attendait une référence absolue dans la formule plutôt que la constante 100. Pour inciter les élèves à utiliser une référence absolue, elle propose une nouvelle situation.

P2.Ep5	<p>P : [...] si je te dis, elle a, notre, cette grand-mère, elle a un autre petit-fils, elle emploie la même règle mais elle lui donne 150 € au départ</p> <p>E : d'accord</p> <p>P : mais alors vas-y, redémarre.</p> <p>E : on change tout ?</p> <p>P : qu'une !! T'as le droit qu'à un changement</p>
---------------	---

Guy efface 100 dans la cellule de B3 et il entre « =B4-2 ». Mais Mme P_{EX} intervient tout de suite sur son calcul.

P2.Ep5	<p>P : bon alors effectivement, il y a quelque chose à changer, donc 100, tu l'as mis. attends qu'est-ce que t'as fait ? là je crois que tu l'as pris à l'envers quand même, on regarde pas le versement d'un an pour trouver le versement de naissance quand même. Vas-y, d'accord, t'as mis 100 là, après descends (il s'agit de B4)... au dessous (il s'agit de la zone de formule)... le 100 qui est en haut (la formule écrit en B4 100+2*A4), celui-là qu'il faut que tu changes, tu vas mettre quoi ?</p>
---------------	--

Guy change 100 dans la formule en B4 par 150 mais Mme P_{EX} demande de l'effacer et de mettre 150 à la naissance (en B3). Guy entre 150 en B3. Les montants affichés dans la colonne B n'ont pas changé malgré cette nouvelle donnée. Mme P_{EX} rappelle à l'élève qu'il n'a le droit qu'à un changement sur la colonne pour obtenir la réponse dans cette nouvelle situation. Guy efface 150 en B3. Il cherche la bonne formule pour la cellule B4. Mme P_{EX} demande aux élèves de l'aider. A l'aide des élèves, Guy entre la bonne formule « =B\$3+A4*2 ». Comme il a déjà effacé le contenu de B3, le tableur affiche 2 en B4, les élèves lui disent d'écrire 150 en B3. Guy entre 150 en B3 et le tableur affiche automatiquement 152 en B4. Mme P_{EX} fait une remarque pour la colonne de B

P2.Ep5	<p>P : [...]Maintenant il y a un petit problème. Pourquoi ? pourquoi il y a un petit problème ? ... pourquoi ? parce que vous pensez qu'il va apprécier, à la première année, il obtient 152 € l'année d'après 104 € vous pensez qu'il va apprécier ? non ça ne marche pas...</p>
---------------	--

Guy comprend vite qu'il faut recopier la nouvelle formule vers le bas et il le fait jusqu'à 18 ans.

Calcul de somme

Mme P_{EX} demande de revenir à la question de départ et de calculer la somme totale. Guy change le montant du départ 150 par 100 et le tableur actualise toutes les données.

P2.Ep6	P : [...] bon alors maintenant, on revient au problème et donc à la naissance elle obtient 100 €, voilà, vas-y, 100, tu changes ça, t'écris 100, voilà, qu'est-ce qui se passe ? .. D'accord, oui, ça va ? Convaincu ? Bon alors après, vous répondez aux questions qui sont posées, donc le montant donc vous l'avez, ensuite, après, <i>de quelle somme pourra disposer Lara le jour de ses dix huit ans ?</i>
---------------	--

Pour le calcul de somme, Guy sélectionne la colonne B, il parcourt la feuille de calcul. Mme P_{EX} réagit pour que la classe l'aide.

P2.Ep6	<p>P : vous voulez tout additionner ? Alors vous lui dites qu'est-ce qu'il faut faire là.. pour tout additionner, qu'est-ce qu'il a oublié de faire ?</p> <p>E(en classe) : sigma ?</p> <p>P : non, avant, avant, regardez ce qu'il est en train de faire..</p> <p>E(en classe) : sélectionner</p> <p>P : bon il faut d'abord, tes camarades disent qu'il faut d'abord que tu sélectionnes une case dans laquelle tu vas mettre ta réponse,....</p>
---------------	---

Guy entre dans la cellule C20, il clique sur l'icône de somme automatique, le tableur affiche la SOMME(A21 :B21), il sélectionne la colonne B et dans la formule affichée, la plage de cellules devient (B3 : B21). Guy confirme la formule et le résultat 2242.est affiché dans la cellule C20.

Mme P_{EX} prend l'accord de la classe et elle lui demande d'enregistrer cette feuille de calcul dans leur dossier.

Phase 3 : Exposé de Mme P_{EX} sur la croissance

Cette phase comporte l'exposé de l'enseignant sur la croissance. Mme P_{EX} distribue aux élèves une feuille de cours (cf. *annexe*). Elle précise qu'ils vont étudier deux types de croissance, la croissance linéaire et la croissance exponentielle. Elle commente la définition de la croissance linéaire en se référant à la feuille de calcul du groupe interrogé, qui est vidéo-projetée sur le mur. Elle s'appuie sur la série affichée. Elle ne donne aucune formule dans son exposé ni dans la feuille de cours. Elle explique avec des exemples plutôt qu'avec des notions mathématiques. Elle donne très vite la propriété de la croissance exponentielle et elle passe directement à l'exercice suivant.

P3	<p>P : Alors, croissance !! ça' y est, vous pouvez être présente et attentive, ça fait deux choses. Donc vous allez voir, nous allons nous intéresser à deux types de croissance : on va parler de croissance, il s'agit de la croissance... des versements, des montants de versements donnés par la grand-mère, je sais pas.. donc nous allons nous intéresser à deux types de versement : le premier, vous avez cette fiche-là, vous regardez ça, le premier c'est qu'on appelle versement, une croissance linéaire et le deuxième : c'est une croissance exponentielle, donc on va regarder, est-ce que la situation qu'on a là, est-ce que c'est une de deux situations qui sont proposées ou c'est l'autre chose. Alors qu'est-ce que c'est qu'une croissance linéaire, eh bien une croissance linéaire, vous regardez entre le premier versement et le deuxième versement, vous devriez avoir le même écart, d'accord. Donc dans le premier il y a deux, dans le deuxième deux, ça va pour l'instant dans le troisième il y a deux donc là aussi, donc là, il y a toujours le même écart donc c'est une croissance.. ?</p> <p>E : linéaire</p> <p>P : linéaire, d'accord, bon maintenant, on va regarder dans d'autres exemples et chaque fois on regardera la différence et on regardera si c'est le même écart on dira c'est une croissance linéaire et si par hasard, ce n'est pas le même écart c'est à dire que, on va dire au départ l'écart avec une addition, si ce n'est pas le même écart, on va regarder par hasard si on peut pas passer d'un nombre à l'autre en multipliant par un coefficient, d'accord ? Allez, on va voir, qui c'est qu'on va interroger aujourd'hui ?</p>
-----------	--

Phase 4 : Présentation d'une résolution du deuxième exercice sur le tableur par le groupe A3

Pour ce deuxième exercice, Mme P_{EX} fait appel au groupe A3 composé de Alice, Monique et Benoît, qui ont cherché les exercices à l'aide du tableur. Précisons qu'il s'agit cette fois-ci d'un groupe relativement motivé pour le travail mathématique.

Mme P_{EX} demande directement d'utiliser l'ordinateur pour la correction.

P4.Ep1	<p>P : [...] vous avez l'air actif, allez, vous passez au clavier, est-ce que vous avez travaillé, sur l'ordinateur, vous ou pas ?</p> <p>E : oui, oui [inaudible] l'autre on n'a pas</p> <p>P : eh bien, vous allez le faire en direct sans filet, allez, vous vous placez là bas [...]</p>
---------------	---

L'habitude est que dès qu'un groupe a effectué un travail sur ordinateur, il présente ce travail directement en se connectant au réseau. Le réseau devrait ainsi permettre un fonctionnement transposé du tableau, où un groupe peut exposer sa propre solution sans contrainte et/ou être guidé par l'ensemble de la classe.

Dans cette phase, le groupe rencontre un problème technique pour se connecter au réseau.

P4.Ep1	<p>P : [...] tu peux pas, bon désolé, on est obligé de faire tout à la main, mais si, ça a l'air de passer, allez vas-y, en haut, en bas, c'est inquiétant, les problèmes techniques !!! Bon on attend, regardez ce [inaudible] en attendant peut-être, on peut parler, essayez de lire le texte</p>
---------------	--

Pour ne pas perdre du temps en attendant la connexion, Mme P_{EX} propose de lire l'énoncé et elle explique l'intérêt simple et composé tout en observant la connexion. Ainsi, Mme P_{EX} évite que le cours soit perturbé par une gestion des incidents techniques. Il nous semble que cette habitude de gestion vient de l'expérience de Mme P_{EX} concernant les TICE.

Comme la connexion n'est pas réalisée dans le temps, Mme P_{EX} y renonce et elle demande aux élèves de travailler sur une nouvelle feuille de calcul.

Alice commence à entrer les données. Elle tape « années » dans la cellule A3, « 1 » en cellule A4 et elle la recopie vers le bas. Comme elle obtient une série constante de 1, et non pas de nombres successifs, elle revient en cellule A3 et efface « années », elle entre « 0 », elle écrit « années » en cellule A2. Alice tape 5000 en cellule B3 et 5 en cellule C2. (Figure 83)

	A	B	C
1			
2	années		5
3	0	5000	
4	1		
5			

Figure 83

Alice veut afficher en référence absolue, la valeur 5 dans la cellule C2 qu'elle va utiliser pour le calcul d'intérêts simples mais elle n'arrive pas à faire fonctionner. Mme P_{EX} intervient pour expliquer la notion de 'absolue' sur tableur. Elle précise qu'une référence absolue est utilisée dans une formule et non pas dans l'affichage d'une valeur.

P4.Ep3	<p>P : [...] j'essaye de mettre 5,... Alors après qu'est-ce que tu fais ? Qu'est-ce que tu cherches là ?</p> <p>E : la cellule absolue..</p> <p>P : alors la cellule absolue, elle se met quand ? quand est-ce que la cellule absolue se met ? Alors vas-y expliques à lui, est-ce que les cellules absolues comme ça ou c'est quoi ?</p> <p>E (en classe): non</p> <p>P : elle est absolue quand ?</p> <p>E(en classe) : quand mmm</p> <p>P : dans une ?</p> <p>E (en classe): dans une formule</p> <p>P : dans une formule !! Une cellule absolue est dans une formule, ce n'est pas tout seul d'accord, où est-ce que tu</p>
---------------	--

	<p>veux t'en servir ?</p> <p>E : <i>inaudible</i></p> <p>P : oui, vas-y, fais la, ta formule, où est-ce que tu veux la mettre, ta formule ? alors vas-y, regarde parce que peut-être, j'ai l'impression qu'elle n'est pas autant à l'aise apparemment elle a besoin d'une aide.</p>
--	---

Alice entre la formule « =C2*B3/100 » dans la cellule de D3 et la formule « =B3+\$D\$3 » dans la cellule B4 et elle copie vers le bas la dernière. (Figure 84)

	A	B	C	D
1				
2	années			5
3	0	5000		250
4	1	5250		
5	2			
6				

Figure 84

Alice continue à manipuler l'ordinateur. Elle passe au calcul des intérêts composés. Elle entre 5000 en cellule C3, le pourcentage 2 en E2 et les formules « =E2*C3/100 » et « =C3+\$E\$3 » dans les cellules F3 et C4 respectivement. Elle copie la dernière vers le bas. En fait, Alice applique la formule utilisée pour le calcul d'intérêt simple pour ce calcul d'intérêt composé. Dans ce cas, Mme P_{EX} intervient tout de suite en demandant au groupe interrogé d'expliquer le calcul fait pour l'intérêt composé et si la classe est d'accord pour ce calcul. Un élève n'est pas d'accord. Alice efface la colonne C et elle entre la formule proposée par la classe « C3+\$E\$2*C3/100 » en C4 et elle la copie vers le bas. (Figure 85)

	A	B	C	D	E
1					
2	années			5	2
3	0	5000	5000	250	
4	1	5250	5100		
5	2	5500			
6					

Figure 85

Mme P_{EX} réagit sur le format des cellules en précisant l'unité des valeurs affichées. Alice sélectionne les colonnes B et C et elle clique à droite de souris, elle opte *format de cellule*, ensuite elle sélectionne *monétaire*, *symbole* puis *euro* :

P4.Ep5	<p>P : n'oubliez pas que ce sont des euros, alors quand même, vous les mettez en euros parce que là je vois des trucs qui ne sont pas des euros, alors arrangez- vous pour mettre en euros là : sélectionnez les deux colonnes, sélectionnez deux colonnes allez, mettez en euros quand même, .. dans.... voilà, l'euro est là, ça ce n'est pas euro français, voilà, alors qu'est-ce qui se passe ? par rapport au cas précédent tout à l'heure ?</p> <p>E : <i>inaudible</i></p> <p>P : il y des valeurs approchées, on arrondit au centième, d'accord</p>
---------------	---

Mme P_{EX} demande de calculer la somme obtenue au bout de 20 ans. Elle fait référence à la fiche de feuille de calcul qu'elle a distribuée (en phase 3). Cette fiche contient les résultats des calculs réalisés sur tableur pour les exercices distribués (cf. annexe). L'enseignante demande de choisir la formule avantageuse entre l'intérêt simple et composé au bout de 20 ans. La comparaison de deux situations est d'abord faite à l'aide de cette fiche avant que l'élève recopie les formules sur tableur. Sur la fiche, Mme P_{EX} donne les résultats jusqu'au 85 ans. Un élève remarque tout de suite que la formule plus avantageuse change à partir de 83 ans.

P4.Ep5	<p>E : la première</p> <p>P : la première formule qui est plus avantageuse, ensuite, tout le monde est d'accord ? ensuite <i>calculer la somme obtenue au bout de vingt ans</i>.. vous êtes d'accord ? ..est-ce que vous êtes d'accord avec ça ?!! Ensuite qu'est-ce qui se passe ?... <i>discuter la formule plus avantageuse</i> est-ce que vous pensez que c'est définitif ?</p> <p>E : c'est seulement au bout de quatre vingt trois ans..</p> <p>P : mais avec le tableur il y a aucun problème pour aller voir, alors allez-y... mais qu'est-ce qu'elle fait ? qu'est-ce qu'il suffit de faire ? ... non, attends si tu veux recopier les trois... mais...c'est pas grave, laisse tomber, voilà, deux cents alors deux cents neuf ans, elle a l'intérêt d' avoir des héritiers, alors ensuite là, après là, tu sais que tu peux prendre plusieurs en même temps !! mais non, ça marche pas ça, tu sélectionnes les deux, voilà, vas-y, .. oui, c'est pour quelle raison, il y a rien à gauche ? vas-y, vas-y regarde encore, ça marche pas encore c'est encore plus faible à droite, encore .. hop, monte encore</p> <p>alors est-ce que vous pensez que c'est ça ? donc ça change, donc il faut se méfier donc ça dépend combien de temps vous voulez laisser votre capital à placer</p>
---------------	--

Pendant que l'élève entre les données et fait les calculs sur la nouvelle feuille, Mme P_{EX} n'intervient pas dans ce qu'elle fait alors que dans le groupe précédent elle observait et intervenait pour guider le travail sur tableur. Il nous semble que, pour faire avancer la séance, Mme P_{EX} a choisi un groupe qui est plutôt à l'aise avec l'utilisation du tableur. Mais elle rappelle néanmoins certains gestes qui facilitent la réalisation des tâches sur tableur. Par exemple, la sélection de plusieurs colonnes pour recopier vers le bas en une seule fois (cf.P1.Ep5). Dans cette phase, Mme P_{EX} sollicite la classe pour la validation du travail présenté. Elle n'intervient pas directement pour la correction.

L'exercice consiste à comparer les deux types de croissance et Mme P_{EX} n'insiste pas sur les calculs mais sur l'étude des séries obtenues. Dans cette phase, elle essaie de montrer aux élèves que pour reconnaître une croissance exponentielle, il faut regarder s'il existe un coefficient multiplicateur constant. Pour ceci, il faut calculer les quotients de termes successifs. Comme les données de la série ne permettent pas facilement de voir le coefficient multiplicateur, Mme P_{EX} essaie d'illustrer par un exemple élémentaire au tableau.

P4.Ep6	<p>P : [...]Alors maintenant, question entre question : dans les deux, maintenant on va réposer la question on a renoncé au débout : est-ce qu'il s'agit ... pour les deux il s'agit des croissances. Je vous pose des questions !! donc à priori, vous me répondez et dans un premier temps vous m'écoutez. Est-ce que les deux versements, les deux types de versement est-ce qu'ils correspondent à des croissances linéaires et à des croissances exponentielles ou à rien du tout ?</p> <p>E : ****</p> <p>P : alors le premier ? le premier c'est ?</p> <p>E : linéaire !!</p> <p>P : c'est linéaire et le deuxième ?</p> <p>E : exponentielle</p> <p>P : alors comment vous allez savoir si c'est multiplié par le même nombre ? comment vous pouvez savoir si c'est multiplié par le même nombre ? alors regardez, comment pouvez vous savoir votre question, la question se pose pour la deuxième : est-ce que la deuxième est une croissance exponentielle ?</p> <p>E :*****</p> <p>P : je prends huit, seize, trente-deux, c'est ce nombre-là, regardez s'il vous plait, c'est nombre-là quand je prends le premier, qu'est-ce que je fais pour obtenir le deuxième ? je le multiplie par deux, quand j'ai le deuxième ; je le multiplie par deux, maintenant je vous donne la série, comment pouvez-vous trouver avec le tableur ?</p>
---------------	---

Après avoir donné un exemple simple sur une série dont le coefficient multiplicateur apparaît facilement, elle demande aux élèves de trouver une méthode permettant d'obtenir le coefficient avec tableur à partir d'une série donnée. Elle répète sa question pour le groupe interrogé :

	<p>P : [...] je suis en train de vous parler ! donc je vous demande comment avec le tableur vous pourrez essayer de répondre à la question que je vous pose ? c'est à dire est-ce qu'on passe du premier capital au deuxième en multipliant par quelque chose, est-ce qu'avec le tableur on pourrait le voir ? on essaye de voir [<i>inaudible</i>]</p> <p>E : le tableur peut faire beaucoup de choses donc ça va être possible</p> <p>P : oui le tableur peut faire beaucoup de choses donc ça va être possible donc ça reste à trouver comment !!</p> <p>E : oui</p> <p>P : regarde, prenez un exemple simple, t'as huit, seize, trente-deux, quand tu as huit, quand tu as seize quand tu prends deux, comment tu vas faire avec le tableur pour faire apparaître le deux</p>
--	--

Monique entre la formule C4/C3 dans la cellule D4 et elle la recopie vers le bas, elle obtient 1,02 le coefficient multiplicateur de la série.(Figure 86)

	A	B	C	D	E
1					
2	années		5		2
3	0	5 000 €	5 000 €	250	
4	1	5 250 €	5 100 €	1,02	
5	2	5 500 €	5 202 €	1,02	
6	3	5 750 €	5 306 €	1,02	
7	4	6 000 €	5 412 €	1,02	
8	5	6 250 €	5 520 €	1,02	

Figure 86

Phase 5 : Le coefficient multiplicateur évoqué par Mme P_{EX}

Dans cette phase, Mme P_{EX} insiste sur la notion de coefficient multiplicateur. En effet, elle avait déjà repéré le calcul du coefficient multiplicateur et du pourcentage comme un sujet qui pose énormément de difficultés aux élèves

« C'est le problème de 4^{ème}, cet exercice-là est niveau de 4^{ème} donc du point de vue de compréhension, ce n'est pas trop difficile mais ce qui est difficile pour eux, c'est le pourcentage. Alors le pourcentage, c'est une horreur, on a déjà travaillé un petit peu, on a déjà fait un petit peu sur le pourcentage au début d'année. » (Extrait de l'entretien de Mme P_{EX})

Dans la phase précédente, les élèves avaient fait évoluer le capital en calculant les intérêts et en les ajoutant au capital plutôt que de le multiplier directement par un coefficient. Dans cette méthode, le coefficient multiplicateur n'apparaissait pas. Or il est nécessaire qu'il apparaisse pour que la croissance soit reconnue comme exponentielle.

Mme P_{EX} passe au tableau et elle demande aux élèves de lire la formule de cette dernière croissance sur le tableau.

<p>P : bon maintenant 1,02 , est-ce que on peut le lier aux données ? ...est-ce qu'on peut trouver tout de suite ce nombre-là ? quelles sont les données de cette série ? donnez - moi des données de cette série</p> <p>E : ****</p> <p>P : donc c'est ... ?</p> <p>E: zéro deux c'est deux pour cent ****</p> <p>P : regardez la formule qui était écrite au dessus, regardez la formule qui était écrite dans la colonne de gauche, mettez vous à 5100... bon remettez là dans la colonne tout à fait au haut, 5100 par exemple, 5100, non 5100, alors 5100 vous me dites est-ce que vous avez mis dans la cellule 5100 ? qu'est-ce que vous avez mis dans la cellule de 5100 ? je ne peux pas dire moi donc ..</p> <p>E : C3 plus E2 valeurs absolues ... C3 sur 100</p> <p>P : on fait un peu de maths. , on fait un peu de maths, on met, ça, ça va être C4, non ? C4 ?</p> <p>E : C4</p> <p>P : on fait un peu de maths. , on fait un peu de maths, on met, ça, ça va être C4, non ? C4 ?</p> <p>E : C4</p> <p>P : d'accord, donc je fais un peu de maths, c'est à dire que là c'est le langage de la machine, d'accord, donc je veux dire par exemple : V versement et le versement précédent, on peut l'appeler comment ?</p> <p>E : X</p> <p>P : X si vous voulez, alors V égal X plus ..là qu'est-ce que je peux dire à la place de trois ? je ne peux pas mettre E2 cellule absolue c'est le langage de.. je mets quoi ?</p> <p>E : c'est deux</p> <p>P : deux.. fois..</p> <p>E : X</p> <p>P : X divisé ..</p> <p>E : par cent</p> <p>P : divisé par cent donc là c'est.. ? bon alors je fais des maths !! je peux mettre X en facteur, pourquoi ?</p> <p>parce que là je peux dire que cette fois je mets X facteur de A plus deux sur cent et ça fait X facteur de</p> <p>E : 1,02</p> <p>P : 1,02, 2 sur 100 d'accord, vous pouvez noter.... Donc c'est ce que vous pouvez faire comme vous faites agir une cellule comme ça , alors vous m'avez dit X, mais vous pouvez mettre n'importe quelle lettre à condition de travailler avec cette lettre mais dans une copie sauf, sauf, s'il se demande de façon précise, sauf si vous parlez dans le texte d'une cellule quelque chose comme ça, vous n'avez pas le droit dans un devoir des maths d'utiliser ça, sauf si le texte précise en disant quelle formule entrez-vous dans la cellule, d'accord ? tout le monde voit pourquoi ? c'est une virgule zéro, ça vous surprend ? Non on l'a déjà vu ça, d'accord ..</p>	<p>Au tableau</p> $C4 = C3 + E\$E2 \times C3 / 100$ $V = X + \frac{2 \times X}{100} = X \left(1 + \frac{2}{100} \right) = X (1,02)$
---	--

Au tableau elle écrit d'abord la formule dans le langage du tableur, c'est-à-dire avec des références aux cellules. Quand nous l'avons interrogée sur cette pratique, elle répond que cette écriture n'est

pas une pratique habituelle. Elle le fait seulement dans sa classe de 1^{ère} L. Dans les autres classes, elle prend les noms inscrits en haut des colonnes avec mention du numéro d'ordre (ici l'année) plutôt que les références aux cellules directement. Cette pratique semble justifiée par le contexte particulier de la classe de 1^{ère} L où les élèves ont des connaissances sur le tableur et où celui-ci a un statut particulier.

« En principe, c'est ce que j'ai fait à partir de certaines familiarisations avec le tableur, c'est ce que j'ai fait, j'ai commencé à utiliser le tableur comme ça, mais dans ce cas-là quand j'ai commencé à utiliser le tableur j'écrivais jamais la formule comme ça, c'est à dire je n'écrivais pas comme ça tableur, au tableau j'écrivais jamais ça, là je m'autorise à écrire comme ça, là parce que ici, dans cette classe de façon précise, l'utilisation du tableur est un objet d'enseignement tandis que dans d'autres classes, je m'autorise pas ça, parce qu'il n'y a pas une obligation. Donc dans d'autres classes, j'écris, j'utilise toujours le nom qui est en haut de colonne donc dans ce cas là j'aurais écrit montant, telle année, ancien capital, capital précédent, j'aurais écrit dans tout en lettre mais ici.. on pourrait faire ça quand ils ont une bonne connaissance du tableur. Il ne faut pas très tôt ça, c'est pour ça que j'en fais que maintenant. » (Extrait de l'entretien avec Mme P_{EX})

Ensuite, Mme P_{EX} aborde la factorisation qui va permettre la mise en évidence du coefficient multiplicateur. Elle précise « qu'il faut faire maintenant un peu de mathématiques ». Il est remarquable que ce « passage aux mathématiques » s'accompagne d'un abandon de la notation du tableur puisque, avant de factoriser, elle écrit une nouvelle formule où les références aux cellules sont remplacées par des variables, passant ainsi à la notation mathématique habituelle. Elle décourage explicitement les élèves d'utiliser la notation tableur dans des calculs algébriques : « vous n'avez pas le droit dans un devoir de maths d'utiliser ça... »

Cet épisode montre une tension entre deux pôles. Le premier est d'ordre cognitif : comme l'ont remarqué de nombreux auteurs, la notation tableur rend tangible la notion de variable en faisant référence à un fonctionnement précis. L'équivalence entre des formules comme " $C3 + \$E\$2 \times C3/100$ " et " $C3 * (1 + \$E\$2/100)$ " pourrait donner du sens à la factorisation. Le second pôle est d'ordre institutionnel : il pourrait être dangereux pour les élèves de procéder à ce genre de transformation notamment au baccalauréat.

L'écriture au tableau d'une formule avec la notation tableur est une concession au pôle cognitif admissible en 1^{ère} L, compte tenu du statut particulier du tableur. Par contre, ce serait s'éloigner trop du contrat habituel que de faire du calcul algébrique avec cette notation.

1.4. Analyse globale de la séance à travers deux composantes

I. Analyse qualitative : Les techniques /gestes attendus et apparus sur tableur

Pendant la construction des feuilles de calcul, les gestes et techniques instrumentés mis en œuvre par les élèves et ceux qui sont attendus/demandés par le professeur sont donnés dans le tableau suivant.

Type de tâche	Tâche sur tableur	Ce qu'attend Mme P _{EX}	Ce qui émerge dans la classe
T4b	Remplir la colonne des années	Utiliser la fonction recopie du tableur	- Taper les nombres un par un (1 ^{ère} élève) - Utiliser la récopie incrémentée (entrer 0 et 1 dans les deux premières cellules puis les recopier vers le bas (2 ^{ème} élève))
T1	Faire le calcul des dix huit termes de la suite	Construire une formule-tableur en utilisant la référence absolue pour le terme constant (par ex : « $\$B\$3+2*A3$ ») et le recopier jusqu'au dix huitième terme.	Entrer une formule inspirée du calcul réalisé en papier/crayon : « $=100+2*A3$ » Calculer juste quelques termes
T2	Calculer le versement total	Utiliser la somme automatique du tableur	-----
T4	Entrer les nouvelles données entre les données déjà saisies	Utiliser la fonction plus 'économique' (en termes de temps et de gestes) du tableur <i>Une réponse plus adéquate serait : insertion d'une ligne entière</i>	Ajouter une cellule dans la première colonne en appliquant les boutons d'insertion, décaler les cellules vers le bas et ajouter de la même façon une cellule dans la colonne suivante
T5	Calculer une nouvelle situation en utilisant la même feuille de calcul déjà construite	Reconstruire les formules déjà saisies si les références absolues ne sont pas utilisées puis utiliser l'actualisation automatique du tableur en changeant seulement les valeurs initiales saisies	Changer des valeurs constantes dans les formules déjà saisies et recopier les nouvelles formules
T5	Revenir à la situation de départ sur la feuille de calcul	Changer des termes initiaux et utiliser l'actualisation automatique du tableur	
T1	Calculer les capitaux placés à l'intérêt composé	Utiliser le coefficient multiplicateur dans une formule Par ex : $=C3*1,02$ ou $=C3*\$E\2 , la cellule E2 contient 1,02	Prendre d'abord la formule utilisée pour les capitaux placés à intérêt simple. Après l'intervention de Mme P _{EX} et de la classe, Entrer la formule « $C3+\$E\$2*C3/100$ » en C4
M8	Comparer les situations et déterminer la formule avantageuse	Recopier les termes de deux situations jusqu'aux plus grands rangs d'une façon 'économique', c'est-à-dire la recopie de deux colonnes ensembles	Recopier les cellules vers le bas colonne par colonne
T3	Chercher le coefficient multiplicateur d'une série	Entrer une formule pour $=C4/C3$ en D4	

Tableau 40. Tableau récapitulatif des techniques instrumentées attendues et émergées – 1^{ère} séance

Ce qui émerge dans les travaux des élèves à travers leurs fichiers informatiques

Dans cette partie, nous allons analyser, à partir de leurs fichiers enregistrés, le travail des autres groupes qui n'ont pas été interrogés par le professeur lors du bilan. Etant donné que notre analyse ne se limite pas aux élèves observés, cette étude devrait nous permettre de voir l'utilisation générale du tableur par l'ensemble des élèves dans cette classe.

Exercice 1 :

Selon les fiches informatiques enregistrées sur le classeur consacré à la classe, cinq groupes sur dix avaient travaillé sur tableur pour cet exercice.

La construction de la colonne d'indice : pour afficher la série d'année dans la colonne A, un seul groupe utilise une formule. Il s'agit du groupe A1 qui saisit une formule = A1+1 dans la cellule A2. Pour les autres groupes, il existe deux façons d'entrer ces données : soit ils recopient les cellules vers le bas après avoir entré deux premiers termes, soit ils tapent chaque terme.

Le calcul de versement : trois groupes (A3, A6 et B5) construisent une formule fonctionnelle pour réaliser ce calcul. Le groupe A3 prend le constant initial en nombre comme dans la formule suivante = 100 + 2*A4. Les deux autres groupes utilisent une référence absolue pour ce constant. Ils entrent cette valeur en première cellule puis dans la deuxième cellule, ils tapent leur formule en utilisant une référence absolue pour cette valeur. Par exemple, la formule du groupe A6 : = \$B\$3 +A4*2, la cellule B3 contient 100.

Le groupe B5 indique d'abord, dans une colonne, le versement constant (100) de chaque année. Ensuite, dans la deuxième colonne, il calcule le montant à ajouter par rapport à l'âge pour chaque année. Pour obtenir le versement effectué, il suffit en effet d'additionner ces deux colonnes. Mais le groupe utilise le même type de formule que le groupe A3 dans une troisième colonne pour le calcul de versement, sans prendre en compte les calculs faits dans les deux premières colonnes.

Le groupe B2 le réalise à partir du calcul de la somme dans la colonne C. Il s'agit donc d'une formule = C2-C1 en D2 par laquelle la somme précédente est soustraite de la somme actuelle pour trouver le versement annuel effectué. Le travail du groupe A1 ne contient pas de calcul de versement annuel.

Le calcul de somme : Nous trouvons l'utilisation de la fonction SOMME du tableur dans le travail des quatre groupes (A3, A6, B2 et B5). Le dernier groupe (A1) calcule la somme de façon récurrente.

Nous trouvons les deux types de calcul de la somme dans le travail du groupe B2. Il utilise la somme automatique et aussi le calcul de façon récurrente pour chaque année comme le groupe A1. Ces deux groupes construisent le même type de formule (= \$B\$2+2*A3+B1 en B2)ayant la référence absolue.

Exercice 2 :

Pour le deuxième exercice, nous trouvons le travail de cinq groupes (A1, A6, B2, B5 et B10) sur tableur.

- Question 1

La construction de la colonne d'indice : L'utilisation d'une formule pour la construction de cette colonne d'indice (les nombres naturels dans cet exercice) apparaît dans le travail de trois groupes (A1, B2 et B10).

Le calcul d'intérêt simple : Les quatre groupes (A1, A6, B2 et B10) calculent d'abord l'intérêt simple. Le calcul du groupe B10 ne s'affiche pas sur leur feuille de calcul. Les autres groupes utilisent des formules pour le réaliser. Voici les formules construites : le groupe A1 utilise une référence relative pour le capital initial et le nombre pour le taux d'intérêt ($=E1*5/100$), le groupe A6 n'utilise que des références relatives ($=D2*E3/E2$) et le groupe B2 utilise une référence absolue pour le capital $=D\$3*5/100$.

Le calcul du capital : après avoir calculé l'intérêt simple, les trois groupes (A1, B2 et B10) calculent les capitaux par récurrence. Les groupes A1 et B2 utilisent une référence absolue pour l'intérêt calculé dans leur formule ($=D3+\$H\5 pour le groupe B2 et $=E1+\$F\1 pour le groupe A1). Le groupe B10 tape directement l'intérêt en nombre ($=G5+250$). Le groupe A6 calcule les capitaux par une formule fonctionnelle. La référence absolue pour le capital initial et l'intérêt et la référence relative pour l'indice sont employées dans la formule ($=\$D\$2+\$D\$3*D7$).

Le groupe B5 calcule seulement le premier capital. Il saisit la formule suivante $=B24 + 5/100*B24$. Cette dernière est valable uniquement pour le premier terme. Il est difficile de savoir précisément la raison pour laquelle le groupe ne la recopie pas vers le bas : soit parce qu'il constate que la formule est fausse, soit parce qu'il n'a eu le temps de continuer.

-Question 2

Le calcul d'intérêt composé : Quatre groupes répondent à cette question. Mais un groupe (A6) ne prend pas en compte l'intérêt composé et il calcule comme s'il s'agissait d'un intérêt simple. Voici la solution des trois autres groupes :

Le groupe A1 calcule l'intérêt et le capital ensemble par une formule ayant la référence relative ($=G1+2*G1/100$)

Le groupe B2 fait son calcul sur deux colonnes. Il calcule l'intérêt composé par une formule $=2*C4/100$ et puis il ajoute cet intérêt au capital précédent dans une autre colonne par une autre formule $=C4+D4$.

Le groupe B10 réalise aussi son calcul sur deux colonnes. Contrairement aux autres groupes, nous remarquons qu'il n'utilise pas une formule à partir des premiers termes. Il calcule d'abord trois

premiers intérêts en tapant chaque calcul (= 5100*2/100 en C2, 5202*2/100 en C3). A partir de la cellule C5, il généralise le calcul d'intérêt en utilisant la référence relative pour le capital (= D4*2/100 en C5). Le calcul de capital est réalisé de la même manière : il entre d'abord deux capitaux. Puis, à partir de la troisième capital, il applique une formule pour la suite (=D3+C4).

- Question 3

Pour la comparaison de deux formules, le groupe B10 continue ses calculs jusqu'à 20 ans, le groupe A6 jusqu'à 30 ans et les groupes A1 et B2 jusqu'à plus de 90 ans.

Comme nous l'avons prévu dans notre analyse de l'exercice, le coefficient multiplicateur n'a pas apparu dans les productions des élèves. Par contre, on a rencontré la formule fonctionnelle et la formule récurrente.

Nous pouvons dire que la moitié des élèves se trouvent déjà dans l'environnement du tableur pendant leur travail et ils connaissent les fonctions de base (la référence absolue, la somme automatique) que Mme P_{EX} veut faire acquérir. Les élèves peuvent utiliser la référence absolue et la référence relative dans leurs formules. Selon Mme P_{EX} « *c'est déjà mieux mais pas encore gagné pour toute la classe.* »

II. Analyse quantitative des interventions

Dans cette partie, nous allons étudier les interventions de Mme P_{EX} dans les phases qui concernent le travail des élèves sur tableur. Nous ne prendrons pas en compte ni les phases relatives au tableau ni la phase de l'exposition de Mme P_{EX} dans laquelle le type des interventions didactiques/mathématiques serait naturellement plus présent. Cette phase correspond aux séances de Mme P_{SCEP} en

salle de cours que nous n'avons pas analysées. Il nous semble donc plus pertinent de ne pas inclure les interventions de ces phases pour une comparaison éventuelle des interventions entre des professeurs.

Pour cette séance, il s'agit donc de la phase 2 (13 minutes) et la phase 4 (22 minutes).

Nous avons repéré 50 interventions au total. Leur répartition en trois catégories se présente de façon ci-contre (Figure 87) .

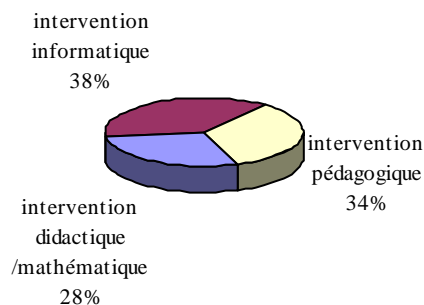


Figure 87. répartition des interventions de Mme P_{EX} en trois catégories dans la première séance

Les interventions informatiques sont légèrement dominantes (38%). Les interventions pédagogiques représentent 34% des interventions. Et enfin, les interventions didactiques/mathématiques constituent 28 % de l'ensemble des interventions dans cette séance.

L'étude des contenus des interventions selon les sous-catégories dans les paragraphes suivants permet de comprendre cette répartition.

Interventions didactiques/ mathématiques :

Le tableau suivant montre la répartition des interventions didactiques/mathématiques qui représentent 28 % des interventions entre les sous-catégories :

<i>Interventions didactiques/ mathématiques</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble des interventions
Explication mathématique	2	14,3	4
Indication stratégique	8	57,1	16
Validation du travail	4	28,6	8
<i>TOTAL</i>	14	100	28

Tableau 41. interventions didactiques/mathématiques de Mme P_{EX} / 1^{ère} séance

L'indication stratégique prédomine cette catégorie. Le contenu porte sur la détermination du type de croissance à partir de deux situations étudiées, l'utilisation d'un coefficient multiplicateur, la comparaison des deux situations et aussi sur l'organisation de la feuille de calcul.

La *validation du travail* représente environ 30 % des interventions didactiques/mathématiques. Comme il s'agit d'une séance de bilan avec la présentation des travaux des groupes choisis, la nature des validations de Mme P_{EX} correspond au type III selon lequel le professeur intervient lui-même pour une validation en suivant le travail des élèves.

Les deux interventions de Mme P_{EX} pour une *explication mathématique* dans cette séance porte sur la différence entre l'intérêt composé et l'intérêt simple et aussi sur l'importance d'échelle choisie dans une comparaison des situations.

Interventions pédagogiques :

Les interventions pédagogiques sont aussi présentes que les interventions informatiques, soit 34% des interventions.

Le *rappel au travail* prédomine dans cette catégorie avec 47 % des interventions. Ces interventions consistent à appeler la classe à suivre le travail présenté par le groupe interrogé.

La *prise d'information sur le travail* se place au deuxième rang dans le classement. Il s'agit des explications demandées par Mme P_{EX} sur le travail présenté par les groupes pour qu'ils le rendent plus claire pour la classe. La *mise en travail* porte sur l'installation des élèves devant l'ordinateur et le choix du groupe interrogé.

<i>Interventions pédagogiques</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble des interventions
Prise d'information sur le travail	6	35,3	12
Mise en travail	3	17,6	6
Rappel au travail	8	47,1	16
<i>TOTAL</i>	17	100	34

Tableau 42. interventions pédagogiques de Mme P_{EX} / 1^{ère} séance**Interventions informatiques :**

<i>Interventions informatiques</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble des interventions
Aide informatique générale	3	15,8	6
Aide sur tableur	1	5,3	2
Indication technique	12	63,2	24
Explication informatique	3	15,8	6
<i>TOTAL</i>	19	100	38

Tableau 43. interventions informatiques de Mme P_{EX} / 1^{ère} séance

Le tableau 43 nous indique tout de suite une forte prédominance de *l'indication technique*, soit 63% des interventions informatiques. Cette sous-catégorie comporte les propositions d'utilisation d'une fonction du tableur. Le contenu de ces interventions porte majoritairement sur l'utilisation de la fonction de recopie du tableur (rappel à l'utilisation, recopie jusqu'aux rangs grands, sélection de plusieurs cellules à recopier d'un seul geste). L'utilisation d'une référence absolue dans une formule pour pouvoir re-utiliser une feuille de calcul construite dans le cas de changement des valeurs initiales dans une même situation est indiquée plusieurs fois par Mme P_{EX}. Le contenu des autres indications techniques concerne l'organisation d'une feuille de calcul (changement de format, indication des colonnes, etc.).

L'aide informatique générale comporte des indications sur le dossier dans lequel les élèves doivent enregistrer leurs fichiers informatiques sur le réseau. Mme P_{EX} indique ce dossier soit pour trouver les fichiers des élèves pour la présentation en classe soit pour enregistrer la feuille de calcul construite lors de la séance.

La seule intervention *d'aide sur tableur* porte sur l'utilisation de la fonction automatique SOMME du tableur.

Dernièrement, donnons ici le tableau récapitulatif des interventions totales de cette séance :

Type d'interventions		Nombre d'interventions
<i>Interventions informatiques</i>	Aide technique générale	3
	Aide technique sur le tableur	1
	Indication technique	12
	Explication informatique	3
	Total	19
<i>Interventions didactiques/ mathématiques</i>	Explication mathématique	2
	Indication stratégique	8
	Validation du travail	4
	Total	14

<i>Interventions pédagogiques</i>	Prise d'information sur le travail	6
	Mise en travail	3
	Rappel au travail	8
	Total	17
TOTAL		50

Tableau 44. les interventions de Mme P_{EX} / 1^{ère} séance

1.5. Conclusion

L'objectif de la séance était de définir les types de croissances linéaire et exponentielle. L'enjeu de la séance était le suivant : montrer que dans le cas d'une croissance linéaire, l'écart entre deux termes consécutifs est constant et dans le cas d'une croissance exponentielle, les deux termes consécutifs sont multipliés par un même nombre constant.

Pour atteindre ces objectifs, Mme P_{EX} joue sur la complémentarité entre papier crayon et tableur. Pour le premier exercice, elle envoie au tableau un groupe (A4) qui a cherché uniquement en papier crayon. Au début, elle lui laisse le choix de l'environnement pour présenter leur solution. Ensuite elle l'incite très fortement à utiliser le tableur. Ainsi, Mme P_{EX} choisit l'environnement papier/crayon pour aborder une situation qui n'est pas triviale pour les élèves. Elle ne veut pas rajouter des difficultés propres au tableur aux difficultés d'interprétation de l'énoncé qu'elle a repérées au cours de la recherche par groupe à la séance précédente. Cependant le calcul des dix huit premiers termes serait fastidieux en papier-crayon. Mme P_{EX} incite donc à passer au tableur pour ce calcul.

En revanche, pour le deuxième exercice qui demande aussi le calcul des termes d'une suite, elle exige du groupe qu'il travaille directement sur tableur. Il semble que Mme P_{EX} privilégie les explications en papier crayon quand il s'agit de faire comprendre des situations et méthodes. Le tableur sert, quant à lui, plutôt à représenter de façon informatique des notions mathématiques. Pour la croissance linéaire, il sert à afficher suffisamment de termes pour permettre de lire la différence entre deux termes consécutifs et de constater qu'elle est constante. Le tableur est ainsi utilisé par les élèves simplement pour l'entrée d'une formule et l'affichage des valeurs. Il n'y a pas de formalisation mathématique et donc la formule du tableur n'est pas exploitée mathématiquement.

Pour la croissance exponentielle, en revanche, la formule tableur est exploitée pour mettre en évidence le coefficient multiplicateur de la suite. Ce coefficient n'est pas spontanément vu par les élèves, car il s'agit d'une situation d'évolution d'un capital placé à intérêts composés. Les élèves font évoluer le capital en calculant les intérêts puis en les ajoutant au capital plutôt que de multiplier celui-ci par un coefficient multiplicateur. Pour Mme P_{EX}, l'équivalence entre augmentation de x% et multiplication par $1+x/100$ est un résultat mathématique important. Elle montre ce résultat par factorisation en partant de la formule tableur. Nous avons noté que, pour effectuer cette factorisation, elle abandonne la notation tableur en remplaçant les références aux cellules par des variables.

Nous avons interprété cet épisode comme témoignant d'une tension entre un pôle « cognitif » où la notation tableur est vue comme intéressante pour rendre tangible la notion de variable et un pôle « institutionnel » où elle est vue comme dangereuse. Mme P_{EX} trace une ligne de démarcation : la notation tableur peut être utilisée pour écrire des formules de calcul, mais les transformations algébriques doivent être faites avec la notation habituelle.

Cette séance est très marquée par une valorisation de l'utilisation du tableur par Mme P_{EX} qui encourage cette utilisation en la justifiant par son efficacité vis à vis du travail classique. Or, ici, cette supériorité du tableur ne s'impose pas clairement : beaucoup de tâches peuvent se faire aussi efficacement en papier-crayon, particulièrement pour des élèves encore peu familiers avec le tableur. Mme P_{EX} est ainsi partagée entre son désir de laisser les élèves libres de choisir le moyen qui leur semble le plus adapté, de façon à ce qu'ils intègrent les contraintes spécifiques de chaque environnement, et la nécessité d'utiliser le tableur pour des raisons institutionnelles (la spécificité de la 1^{ère} L) et « cognitives » (la contribution du tableur à la compréhension de l'algèbre).

En revanche, l'envie de l'utilisation du tableur règne et les interventions informatiques (environ 40% des interventions totales) de Mme P_{EX} prédomine dans cette séance de bilan. Elle se focalise particulièrement sur les fonctionnalités du tableur. Soit, elle indique une technique plus pratique que celle choisie par l'élève, soit, elle montre d'autres possibilités à faire sur tableur. La fonction de recopie et l'utilisation d'une référence absolue dans une formule sont prioritaires dans cette séance.

2. Deuxième séance : étude du type de croissance sur les intervalles réguliers et non réguliers

2.1. Présentation générale de la séance

Cette séance qui a lieu en demi-classe, devait être, selon l'organisation générale de Mme P_{EX}, une séance de bilan. Mais pour raison de santé, l'enseignant n'a pas enseigné pendant une semaine et les élèves n'ont pas travaillé en groupe avant cette séance. Pour pouvoir assurer la séance du bilan, Mme P_{EX} a donné une fiche de travail en devoir à la maison à corriger dans cette séance dans un casier de l'un des ses collègues à transmettre aux élèves quelques jours avant mais les élèves ne peuvent pas le recevoir comme Mme P_{EX} a prévu. Donc Mme P_{EX} donne les exercices du manuel scolaire et elle laisse quelques minutes les élèves travailler à leur place sans ordinateur et la correction de chaque question est faite de façon collective avec un tableur retro-projeté.

Avant la séance, elle nous affirme qu'elle a été obligée de changer son organisation :

« j'avais prévu que mes élèves arrivent avec des exercices préparés, mais ce n'est pas le cas donc je suis obligée de leur donner le temps que tout le monde arrive. »

Après la séance, Mme P_{EX} nous explique qu'elle n'est pas favorable pour ce type de travail avec cette classe :

« Pour certains élèves là, elles travaillent aujourd'hui, elles cherchent un petit peu mais c'est dommage parce que certains, quand on fait comme ça, ça va trop vite, on avait deux là, ça c'est trop vite. Quand on voit les mercredis, ils ont du temps de les revoir pour les jeudis, donc ils ont du temps de les revoir en classe et un petit peu chercher à la maison, tandis que là c'est vrai que une séance d'exercices comme ça, en fait, ils ne se rappellent même plus les définitions qui étaient données la dernière fois. En plus j'ai donné une définition, moi j'essaye de donner des choses assez simples au départ qu'on a fini petit à petit »

Mme P_{EX} nous précise également que l'objectif prévu pour cette séance était d'aborder la modélisation. Il s'agissait de travailler sur une fiche de travail qui portait sur la modélisation d'une situation par la croissance linéaire et exponentielle. Mais elle a dû changer cet objectif une heure avant la séance :

« [...] Je me suis aperçue à une heure et demi (la séance commence à deux heures et demi) que le professeur de français n'avait pas donné le travail à faire donc c'est pour ça que j'avais prévu du travail sur le livre parce que j'avais prévu que mes élèves cherchent ces exercices pendant le cours et je me suis aperçu qu'elle n'avait pas donné parce que j'avais prévu une feuille, j'ai un document donc j'avais prévue de faire plus que ça aujourd'hui...[...] j'avais prévu de faire ça aujourd'hui, j'avais donné, j'avais marqué à faire pour jeudi 24 janvier, j'avais prévu qu'ils allaient faire tout ça... [...]... c'est qu'on leur fait modéliser d'abord par une croissance linéaire ensuite par une croissance exponentielle et puis on leur demande si les estimations sont proches d'une à l'autre. Là on va essayer de faire la semaine prochaine... »

L'objectif de cette séance est donc d'étudier les types de croissance à partir des séries chronologiques données dans les exercices du manuel.

2.2. Analyse des exercices proposés

Dans cette séance, les élèves travaillent sur les trois exercices de leur manuel (édition Delagrave). Ils cherchent à déterminer le type de croissance des séries numériques à partir des tableaux de valeurs donnés. Ces exercices sont caractérisés par les intervalles de temps sur lesquels les séries sont définies : pour l'exercice 1 et 3, il s'agit des intervalles réguliers et pour l'exercice 2, il s'agit des intervalles irréguliers. Les élèves doivent chercher les types de croissance en prenant en compte cette différence qu'ils rencontrent pour la première fois.

Voici les deux premiers exercices proposés :

EXERCICES...

RECONNAÎTRE UN TYPE DE CROISSANCE

Exercice 1 Intervalles réguliers

Pour chacun des exercices suivants, on donne une table de valeurs annuelles. Indiquer en justifiant si la croissance constatée sur cette table est linéaire, exponentielle, ou ni l'un ni l'autre.

1998	1999	2000	2001	2002	2003
50	30	20	15	12,5	11,25

2000	2001	2002	2003	2004	2005
6	8	54	162	486	1458

2001	2002	2003	2004	2005	2006
142	136	130	124	118	112

Exercice 2 Intervalles non réguliers

Indiquer si la croissance constatée sur chacune de ces tables est linéaire ou non.

1800	1900	1950	2000	2020	2040
52	152	202	252	272	292

1980	1990	2000	2005	2010	2011
20	30	40	30	20	10

2001	2002	2004	2008	2016	2032
1	2	4	8	16	32

Dans la séance précédente, Mme P_{EX} a donné une technique pour déterminer le type des croissance des séries sur les intervalles réguliers. Il s'agit de regarder si les différences et les quotients entre les termes consécutifs des séries sont constants. Il s'agit d'une croissance linéaire dans le premier cas, et d'une croissance exponentielle dans le deuxième.

Les élèves peuvent appliquer cette technique pour l'exercice 1. Selon cette technique, les séries de l'item a et b ne représentent pas une croissance linéaire ni exponentielle puisque il n'y a pas de valeur constante. Par contre pour la deuxième série, nous remarquons que les trois derniers quotients sont constants. Si nous changeons la deuxième valeur 8 par 18, nous obtenons un quotient 3 pour tous les intervalles et la série présente donc une croissance exponentielle. Il est donc possible de parler d'une erreur d'impression pour cet item. La dernière série de l'exercice 1 représente une croissance linéaire.

Dans l'exercice 2, il est demandé de chercher seulement si les séries définies sur les intervalles irréguliers représentent une croissance linéaire ou non.

La technique donnée par Mme P_{EX} n'est donc pas directement valable pour cet exercice. En fait, cette technique est une application d'une propriété précisée dans le manuel scolaire des élèves. La propriété de la croissance linéaire est donnée comme suivante :

soit G une grandeur évoluant dans le temps, t et t' sont deux dates quelconques distinctes, si la croissance est linéaire $\frac{G(t') - G(t)}{t' - t}$ est constant

A partir du calcul des valeurs absolues moyennes entre les termes consécutifs, les élèves peuvent ainsi trouver que les séries de l'item a et c représentent une croissance linéaire avec une variation absolue 1 et la série b n'est pas linéaire.

L'utilisation possible du tableur dans l'exercice 1 et l'exercice 2 (Delagrave p.111):

Le tableur peut intervenir dans la résolution de ces exercices pour le calcul simple et répétitif de la variation absolue et dans le calcul du quotient entre les termes consécutifs.

Pour l'exercice 1, les élèves doivent entrer une formule en utilisant les références relatives pour le calcul de la différence et du quotient (par exemple = B2-B1 et =B2/B1, Figures 88 /89), qui est triviale

	A	B	C	D
1	1998	50	écart	
2	1999	30	=B2-B1	
3	2000	20		
4	2001	15		

Figure 88

Pour l'exercice 2, ils peuvent organiser la feuille de calcul de deux façons différentes pour calculer la variation absolue moyenne:

	A	B	C	D
1	1998	50	écart	quotient
2	1999	30	-20	=B2/B1
3	2000	20	-10	
4	2001	15	-5	

Figure 89

a. réalisation de chaque opération du calcul dans une colonne différente (Figure 88)

	A	B	C	D	E
1			$G(t')-G(t)$	$t'-t$	$(G(t')-G(t)) / (t'-t)$
2	1800	52	=B3-B2	=A3-A2	=C2/D2
3	1900	152	=B4-B3	=A4-A3	=C3/D3
4	1950	202	=B5-B4	=A5-A4	=C4/D4

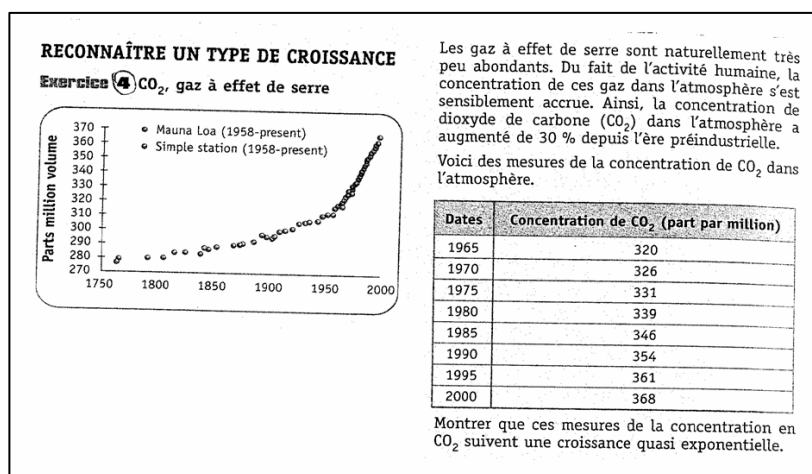
Figure 90

b. réalisation du calcul dans une seule colonne (Figure 89)

	A	B	C
1	1800	52	
2	1900	152	=(B2-B1)/(A2-A1)
3	1950	202	=(B3-B2)/(A3-A2)
4	2000	252	=(B4-B3)/(A4-A3)

Figure 91

Exercice 4 (Delagrave p.112.) L'énoncé du dernier exercice proposé dans cette séance représente un phénomène naturel tel que les élèves peuvent rencontrer dans les médias (un énoncé en langage naturel, une représentation graphique et un tableau de données.). Voici le dernier exercice



Dans cet exercice, les intervalles de temps sur lesquels la série est définie sont réguliers. Les élèves peuvent donc déterminer le type de croissance en utilisant la technique donnée par Mme P_{EX}. En fait, il s'agit bien d'une croissance exponentielle. Mais pour obtenir une valeur constante à la fin du calcul de quotient entre les termes, les élèves doivent prendre une valeur approchée pour trouver ce constant. Dans l'énoncé, cela est signalé par la définition de la croissance comme quasi-exponentielle.

Dans le manuel, la croissance exponentielle est déterminée par l'existence d'une variation relative constante. Autrement dit, il s'agit d'un taux d'accroissement. Cette propriété de la croissance exponentielle est donnée comme la suivante :

$$t_1 \text{ et } t_2 \text{ sont deux dates consécutives, } \frac{G(t_2) - G(t_1)}{G(t_1)} = k \text{ constant.}$$

A partir de cette explication, les élèves peuvent appliquer aussi cette formule pour montrer qu'il s'agit d'une croissance exponentielle.

L'utilisation possible du tableur dans l'exercice 4 (Delagrave p.112) :

Comme dans les exercices précédents, le tableur peut être employé ici pour le calcul répétitif entre les termes de la série. La nécessité de travailler avec les valeurs approchées favorise l'utilisation du tableur dans cet exercice.

Voici l'utilisation de deux techniques sur tableur :

- a. Le calcul de quotients entre termes (existence d'un coefficient multiplicateur) :

	A	B	C
1	1965	320	1,01875
2	1970	326	1,01533742
3	1975	331	1,02416918
4	1980	339	1,02064897

Figure 92

	A	B	C
1	1965	320	=B2/B1
2	1970	326	=B3/B2
3	1975	331	=B4/B3

Figure 92bis

- b. La formule de la variation relative :

	A	B	C
1	1965	320	0,01840491
2	1970	326	0,01510574
3	1975	331	0,02359882
4	1980	339	0,02023121

Figure 93

	A	B	C	D
1	1965	320	=(B2-B1)/B1	
2	1970	326	=(B3-B2)/B2	
3	1975	331	=(B4-B3)/B3	

Figure 93 bis

	A	B	C	D
1	1965	320	6	0,01875
2	1970	326	5	0,01533742
3	1975	331	8	0,02416918
4	1980	339	7	0,02064897

Figure 94

	A	B	C	D
1	1965	320	=B2-B1	=C1/B1
2	1970	326	=B3-B2	=C2/B2
3	1975	331	=B4-B3	=C3/B3

Figure 94 bis

Les élèves doivent changer le format des cellules pour avoir les valeurs approchées. Par la diminution du nombre de décimales affichées, les élèves obtiennent une valeur constante. Pour ce changement, ils peuvent utiliser l'onglet de *Format* sur la barre d'outils et puis *Cellule* ou bien en cliquant à droite de la souris *Format de cellule*. Dans les deux cas, la même fenêtre *Format de cellule* s'ouvre et il faut choisir l'onglet de *Nombre* ou encore *Nombre* dans la catégorie et puis préciser le nombre de décimales souhaité.

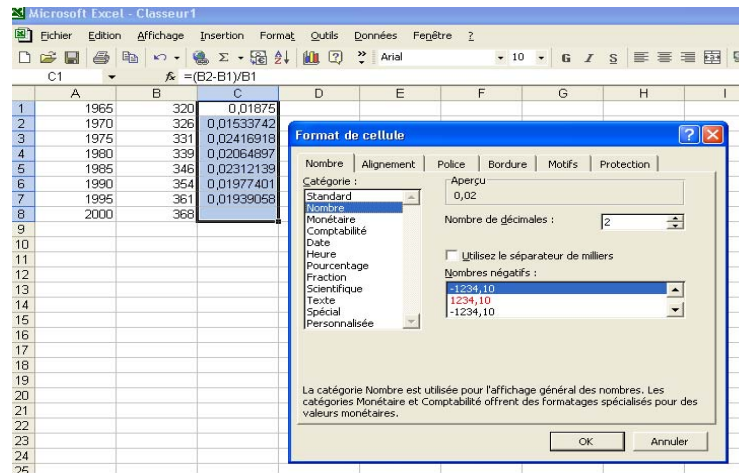


Figure 95

2.3. Déroulement et analyse locale de la séance à travers les phases

Pour cette séance, les élèves travaillent seuls à leur place sur les exercices du manuel. Mme P_{EX} donne quelques minutes de réflexion sur chaque exercice et après ils résolvent ensemble ces exercices. Une élève (Monique) est choisie par Mme P_{EX} pour l'ensemble des phases collectives.

Nous avons distingué cette séance en quatre phases :

Phase 1 (16 minutes) : Travail individuel

Phase 2 (8 minutes) : Résolution de l'exercice 1 sur le tableur

Phase 3 (20 minutes) : Détermination du type de croissance des séries données sur les intervalles irréguliers

Phase 4 (11 minutes) : Résolution de l'exercice 4

Phase 1 : Travail individuel

Recopie des tableaux de données sur le cahier à partir du manuel ou du tableur

Mme P_{EX} indique aux élèves le numéro et la page du manuel pour le premier exercice (exercice 1, page 111, Delagrave). Elle leur demande de recopier d'abord les tableaux donnés dans l'énoncé sur leur cahier pour travailler. En sachant que très peu d'élèves apportent leur manuel en classe, Mme P_{EX} fait projeter les données qu'elle a entrées sur tableur avant la séance pour que tous les élèves puissent les recopier.

<p>P : [...] c'est sûr que si vous avez un livre pour quatre, normalement le lycée vous a donné un livre pour chacun, j'ai choisi le livre suffisamment léger pour qu'il puisse être apporté à tous les cours de maths. Je ne peux pas prendre plus léger que celui-là !! ...</p>

Après la séance, Mme P_{EX} nous a précisé que pour cette raison, elle évitait de donner des exercices du manuel à travailler en classe : « Vous voyez pourquoi je donne toujours une trace écrite. [...] Je donne rarement des exercices à faire sur le livre, parce que je sais qu'ils n'ont pas de livre, et pourtant les livres leur ont été achetés par le lycée. [...] »

La séance commence donc par la recopie des tableaux de données pour le premier exercice sur les cahiers, soit à partir du manuel soit à partir des données projetées du tableur.

Rappel des techniques de détermination du type de croissance

Après la lecture de l'énoncé par un élève, Mme P_{EX} pose des questions sur la démarche de résolution de l'exercice et rappelle aux élèves les définitions de la croissance linéaire et de la croissance exponentielle qui ont été données dans la séance précédente. Ces interventions de Mme P_{EX} au début de la séance visent à préciser aux élèves une technique pour déterminer les types de croissance (le calcul des différences et quotients entre les termes). En fait, cette intervention n'est pas conforme aux pratiques habituelles de Mme P_{EX} qui ne donne aucune indication sur les techniques de résolution des exercices avant le travail des élèves.

<p>P : alors comment allez vous y prendre pour voir ça, ...pouvoir cette question ?</p> <p>E : ***</p> <p>P : d'abord quand tu regardes le coefficient multiplicateur, ... d'abord on fait de différence, bon, laquelle ?</p> <p>E : ****</p> <p>P : voilà, c'est très bien, ...et là ? quand vous faites quelque chose, ce que vous attendez avoir quelque chose alors, tu fais la différence parce que ?</p> <p>E : parce que*****</p> <p>P : attends ; attends, regarde les questions posées, les questions posées, ça n'est pas ça tout à fait, qu'est-ce que c'est la question posée ? quelle est la question posée ?</p> <p>E : ****</p> <p>P : donc tu commences d'abord par faire la différence pour savoir si... ? la différence est... ?</p> <p>E : la même</p> <p>P : la différence est la même, alors vas-y, fais la différence, donc c'est plus simple quand vous avez un tableau, c'est plus simple de faire à côté...</p>	<p>P : regardez la définition...[inaudible]...alors ça aussi ; regardez la définition...</p> <p>E : si la variation relative entre deux mesures consécutives reste constante dans le temps</p> <p>P : la variation relative, qu'est-ce que c'est une variation relative ?</p> <p>E : entre deux mesures consécutives la grandeur G est multipliée par un même nombre.</p> <p>....</p> <p>P : voilà, et ça fait faire ?</p> <p>...</p> <p>E : je ne sais pas si c'est multiplié par un demi</p> <p>P : alors essaye pour voir si c'est vrai qu'il est multiplié par un demi, alors essayez...</p>
---	--

À sa place, chaque élève commence à calculer les différences entre les termes. Après avoir précisé que la première série n'est pas une croissance linéaire puisque la différence entre les termes n'est pas la même, Mme P_{EX} demande de regarder la définition de la croissance exponentielle et de chercher la variation relative à partir de cette définition.

Recherche du coefficient multiplicateur

Dans une première étape de cette exploitation, Mme P_{EX} incite les élèves à chercher, en utilisant une calculatrice et par un ajustement le nombre par lequel le premier terme de la série est multiplié pour obtenir le deuxième terme.

P : alors comment tu fais ? expliquez-moi ... alors tu ne sais plus comment il faut faire, tu essayes, tu bricoles avec ta machine alors vas-y, tu ne sais plus comment il faut faire, il faut que tu trouves un coefficient multiplicateur qui passe de combien à combien, ...de 50 à 30 c'est ça ? c'est ça, alors tu tapes 50 sur ta machine, vas-y, tu tapes 50 sur ta machine (calculatrice) et tu vas multiplier par quelque chose , alors tu multiplies par combien ? vas-y, essaye, vous essayez, alors 50 multiplié par combien ? tu multiplies par combien ? vous n'avez pas de machine... alors si vous n'avez pas de machine, vous faites à la main! alors allez-y, vous faites l'opération, qu'est-ce que vous me dites ? alors comment fait-on pour trouver un coefficient multiplicatif qui te permet de passer de 50 à 30 ? alors tu vas essayer de multiplier par combien, quand tu multiplies à la main ?! tu multiplies par combien, plus facile ? Ne cherche pas la réponse, cherche pour voir si tu es dans la bonne chose « chaud-froid » alors dit moi, t'as multiplié par quel nombre ? E : 1,5 P : par 1,5, et les autres ? par 1,5, t'as trouvé combien ? ... 50 plus, la moitié de 50, ça va faire... 75.. donc t'as trouvé un nombre plus grand, donc ce n'est pas ça, essaye, essaye autre chose [...]
--

Dans une deuxième étape, Mme P_{EX} essaie d'orienter les élèves vers le bon résultat. Après avoir suivi les propositions des élèves et interprété les résultats obtenus, elle demande cette fois de préciser le calcul à faire à partir de deux premiers termes pour que les élèves puissent obtenir le nombre trouvé dans l'étape précédente par une méthode d'ajustement. Pour cette méthode, Mme P_{EX} valorise fortement l'utilisation d'un outil de calcul.

P : est-ce que tu comprends comment on trouve une méthode ? tu prends du nombre et t'essayes et si ça marche tu dis bon maintenant je l'ai fais au hasard, est-ce que je ne peux pas trouver une méthode pour y arriver ?... d'accord, tu as noté ça ? t'as essayé 1,5 tu as vu que c'était trop gros, tu as essayé un peu plus petit, mais pour ça il faut avoir une machine à calculer pour y sortir, avec une machine à calculer, on peut faire des essais, on peut trouver un certain nombre de choses en faisant du calcul à la main c'est plus difficile , tu comprends Muriel ? [...] alors 0,6 ça marche, alors maintenant pour quelle raison 0,6, ça marche ? 50 fois 0,6 égal 30 ; je connais 50, je connais 30, est-ce que je peux trouver 0,6 ? E : ** P : par définition de division, 0,6 égal 30 sur 50, vous l'avez noté ça ? comment je le trouve... bon **** bricoler sur sa machine si vous avez la machine à calculer, c'est du bricolage, non, c'est de l'exploration , tout le monde suit ?
--

Après avoir répété au tableau les calculs faits pour trouver le quotient entre deux nombres, Mme P_{EX} précise qu'il faut regarder tous les termes pour voir s'il s'agit d'un coefficient multiplicateur pour la série.

L'objectif général de Mme P_{EX} est toujours de faire acquérir aux élèves « l'attitude de travail d'un mathématicien ». Elle demande de chercher, d'essayer certaines démarches et de raisonner pour arriver au résultat. Cette ambition conduit quelque fois à insister sur les calculs élémentaires.

Phase 2 : Résolution de l'exercice 1 sur tableur

La deuxième phase commence par l'incitation de Mme P_{EX} à l'utilisation du tableur pour continuer à chercher le coefficient multiplicateur de la série de l'exercice 1 en suivant le travail fait dans la phase précédente. Mme P_{EX} choisit une élève (Monique), qui est assise le plus près de l'ordinateur pour manipuler le tableur. Jusqu'à la fin de la séance cette élève manipulera le tableur.

P : bon alors, est-ce qu'on peut le faire faire directement là, à la machine ? est-ce qu'on peut le faire faire directement, vous n'avez pas la machine à calculer, est-ce qu'on peut le faire faire directement au tableur ? ... tu peux le faire faire au tableur, s'il te plaît P : alors, d'abord la différence, allez-y, d'abord, regardez, est-ce que c'est linéaire ? d'abord, tu fais faire la différence, oui, tu peux le mettre là, par exemple, allez-y, qu'est-ce que tu peux dire ?
--

Pour déterminer le type de croissance de chaque série donnée dans l'exercice 1, Monique calcule d'abord donc les différences des termes consécutives pour voir s'il s'agit d'une valeur constante en entrant une formule de différence, par exemple pour la première

	D3		=	B3/B2
	A	B	C	D
1				
2	1998	50		
3	1999	30	20	0,6
4	2000	20	10	0,66666667
5	2001	15	5	0,75
6	2002	12,5	2,5	0,83333333
7	2003	11,25	1,25	0,9

Figure 96

série « =B2-B3 » en C3. Pour les deux premières séries, elle n'obtient pas une valeur constante, elle calcule donc les quotients de ces termes pour voir s'il existe un coefficient multiplicateur constant, par exemple en tapant une formule « =B3/B2 » en D3 pour la première série.

D11		=B11/B10	
A	B	C	D
9			
10	2000	6	
11	2001	8	-2
12	2002	54	-46
13	2003	162	-108
14	2004	486	-324
15	2005	1458	-972

Figure 98

Pour la deuxième série, Mme P_{EX} laisse quelques minutes aux élèves avant que les calculs soient réalisés sur tableur par l'élève et elle demande de contrôler à la classe ce que Monique fait sur le tableur. Mme P_{EX} demande à Monique de changer la valeur en B11 (8) par 18. Le tableur actualise la feuille de calcul et il affiche un coefficient multiplicateur constant. Elle précise qu'il s'agit peut-être d'une erreur d'impression.

10	2000	6		
11	2001	18	-12	3
12	2002	54	-36	3
13	2003	162	-108	3
14	2004	486	-324	3
15	2005	1458	-972	3

Figure 97

P : je pense quand même, regardez-là, mettez 18 à la place de 8..., 18 à la place de 8, là... je pense qu'il y a une petite erreur de frappe... marquez 18, marquez autre réponse, autre réponse, marquez 18 je pense que... je pense qu'il est possible que lors de l'impression, il y a eu cette ... parce que c'est un petit 1, c'est vite fait, oubliez ça... dans ce cas-là, ça sera une croissance ?
E : ..linéaire...
P : une croissance ?
E : linéaire... non exponentielle !!
P : exponentielle tandis qu'avec 8, tu remets 8, regardez, mais dans un devoir vous faites attention, vous pouvez pas ça, là vous voyez, c'est qu'un, je pense que ça c'est possible qu'il y a eu une petite ... oui tu remets 18 là, voilà, vous voyez, d'accord...dans un devoir vous permettez pas ce genre de chose, ici on a permis, on est ensemble que c'est intéressant de voir qu'est-ce qui se passe avec le 18

Comme pour tous les travaux faits par les élèves devant la classe, Mme P_{EX} demande à la classe de suivre et de contrôler ce que l'élève fait avec tableur.

Phase 3 : Déterminer le type de croissance des séries données sur les intervalles irréguliers

Vers la variation absolue moyenne

Cette phase est consacrée à l'exercice 2 relatif à l'étude de séries sur les intervalles irréguliers qui avait été au début prévu comme devoir à la maison. Avant de passer à l'exercice suivant, Mme P_{EX} précise aux élèves qu'il faut faire attention à l'irrégularité des intervalles dans cet exercice. À la demande des élèves, elle propose donc de travailler sur la première série.

Mme P_{EX} demande d'abord à l'élève d'entrer les données sur le tableur et de calculer les différences des termes successifs comme elle l'a fait dans l'exercice 1.

Le calcul de différence de Monique sur le tableur ne donne pas la réponse attendue. Elle obtient un accroissement de -1 par unité au lieu d'avoir 1, parce qu'elle prend des termes dans l'ordre différent dans les deux formules de différence. En suivant l'explication de Mme P_{EX}, Monique change les formules. Le tableur réactualise les calculs.

	A	B	C	D	E
26					
27	1800	52			
28	1900	152	-100	100	-1
29	1950	202	-50	50	-1
30	2000	252	-50	50	-1
31	2020	272	-20	20	-1
32	2040	292	-20	20	-1

Figure 99

	A	B	C	D
27	1800	52		
28	1900	152	=B27-B28	=A28-A27
29	1950	202	=B28-B29	=A29-A28
30	2000	252	=B29-B30	=A30-A29

Figure 99 bis

Détermination de la variation absolue moyenne

Dans la suite de la phase, nous constatons que l'objectif de Mme P_{EX} par le choix du calcul de différence dans cet exercice est d'aborder la formule donnée dans le manuel pour caractériser la croissance linéaire (cf. analyse des exercices données). Elle explique que la technique de différence utilisée par les élèves pour les séries sur les intervalles régulières est aussi une déduction de cette formule. En montrant la feuille de calcul projetée, Mme P_{EX} indique que les calculs faits pour cet exercice dans trois colonnes sur tableur correspondent à l'application de la formule. Nous constatons également que cette intervention permet à Mme P_{EX} de préciser une manière favorable d'organiser une feuille de calcul pour les calculs. Il s'agit d'utiliser une colonne pour chaque étape du calcul.

P : page cent trois, si t et t' sont deux dates distinctes quelconques, vous notez, $G(t')$ c'est donc ici, $G(t')$, dans notre exemple $G(t')$, c'est 152, d'accord alors $G(t') - G(t)$ sur $t' - t$ est constant pourquoi je ne vous ai pas donné cette formule plutôt, qu'est-ce qui se passe dans l'exercice un ? qu'est-ce qui se passe pour t' moins t ?
E : [inaudible]
P : et ça vaut ?
E : un
P : un, c'est pour ça qu'on n'a pas fait intervenir, d'accord ? tout le monde voit ?... dans l'exercice un, regardez si le chronologie [inaudible] à des série chronologiques, c'est à dire que vous avez à faire... qu'est-ce qu'il y a ?
E : [inaudible]
P : c'est bien la bonne formule, [inaudible] qu'est-ce que c'est la bonne formule Emma ?
Emma : [inaudible]
P : oui c'est bien ça, oui vous voyez pas pourquoi, parce que 100 ...oui remets [inaudible] la cellule de C, parce qu'il ne voit pas qu'est-ce que c'est C, là, c'est bien 152 moins 52, d'accord ? donc c'est bien $G(t')$ moins $G(t)$ et puis l'autre t' moins t , donc vous les notez, dans un devoir vous faites comme ça, si vous avez à faire une croissance, c'est plus facile de faire deux colonnes, plus facile de faire trois colonnes, d'accord ? vous avez voté ça ? si vous n'avez pas une croissance, une série chronologique, régulière, vous voyez ce que j'attends par la série chronologique régulière ? C'est à dire ici (elle montre le tableau projeté) vous avez 1800,1900,1950 au lieu de faire un rapport comme ici, vous allez trouver, vous allez sûrement faire des erreurs de calcul donc plus simple c'est de faire une colonne pour la différence des valeurs, d'accord ? tout le monde voit ça ? alors, vous voulez continuer celui-là, moi je veux bien continuer celui-là, si vous voulez, on peut continuer alors, l'autre exercice vas-y... eh ! oui la réponse, est-ce qu'on a à faire une croissance linéaire ?
E : oui
P : oui, après continuons, vas-y

La fin de cette phase porte sur la résolution des deux autres items de l'exercice 2. L'élève (Monique) entre les données de la deuxième série, après avoir laissé quelques minutes à la classe, elle fait le même calcul sur le tableur en suivant les indications de Mme P_{EX}.

Elle calcule d'abord les différences entre les termes successifs de la série dans la colonne C et les différences des intervalles dans la colonne D en entrant les formules respectivement =B36-B35 en C36 et = A36-A35 en D36 et en les recopiant vers le bas.

	A	B	C	D	E
34					
35	1980	20			
36	1990	30	10	10	1
37	2000	40	10	10	1
38	2005	30	-10	5	-2
39	2010	20	-10	5	-2
40	2011	10	-10	1	-10

Figure 100

Dans la colonne E, elle calcule la division de ces deux colonnes par la formule =C36/D36 en E36.

Au début, Monique commence son calcul par le calcul de différence des intervalles. Mais Mme P_{EX} intervient à propos de l'ordre des opérations sur la feuille de calcul. Elle incite à suivre l'ordre du calcul dans la formule de variation absolue moyenne pour faciliter l'application de l'ordre de la formule sur trois colonnes. Monique fait donc d'abord le calcul de différence des valeurs de la série. Cette dernière intervention nous montre encore une fois comment Mme P_{EX} profite de chaque

occasion pour essayer de faire acquérir aux élèves une organisation générale du travail mathématique qui permet aux élèves d'éviter des erreurs du calcul.

	P : est-ce que t'es dans le bon ordre pour faire la division ? si tu mets d'autre ordre, tu n'auras pas dans le bon ordre pour la division, si tu as fait après la machine à calculer , si tu as fais comme ça t'es dans le bon ordre, le premier, à droite après, tu vas entrer l'ordre de la machine à calculer , d'accord, c'est pour ça que c'est plus intéressant de faire comme ça, alors après ?
--	---

Un élève (Romain) demande à Mme P_{EX} si une croissance linéaire ne peut pas être en même temps exponentielle. Mme P_{EX} s'approche de lui et elle essaie de répondre en interprétant le coefficient multiplicateur dans les deux cas à l'aide du graphique sur la feuille de cours distribuée lors de la séance précédente.

Pendant que Mme P_{EX} répond à Romain, Monique travaille sur la dernière série de l'exercice sur le tableur. Après avoir déterminé le type de croissance de la série, l'élève enregistre cette feuille de calcul sur le fichier de son groupe.

Pendant cette phase, l'élève n'a pas rencontré de difficulté relative à l'utilisation du tableur. Elle a facilement construit les formules pour réaliser les calculs et elle les a entrées correctement (par exemple, utilisation du signe d'égalité).

Phase 4: Résolution de l'exercice 4

Dans cette phase, les élèves travaillent sur l'exercice 4. Pour ceux qui n'ont pas leur livre, Mme P_{EX} demande d'abord à l'élève d'ouvrir les données de l'exercice qu'elle a entrées sur le tableur avant la séance en indiquant l'adresse de la fiche. Puis un élève lit l'énoncé.

Objectif d'étude de croissance

Le travail sur cet exercice commence par l'explication de Mme P_{EX} concernant l'objectif d'étude de l'étude de croissance. Elle précise que l'intérêt d'étudier le type de croissance d'une série est de pouvoir faire un modèle pour anticiper certains phénomènes.

	P : alors bien sûr, vous allez voir... s'il te plaît... pourquoi on étudie ça, on étudie la croissance linéaire, croissance exponentielle, on étudie ça, parce que bien entendu on va essayer de faire des modèles. Pour quelle raison, on va essayer de faire des modèles, si on arrive à faire un modèle, on arrivera à anticiper , on arrivera à faire deux mille cinq, deux mille dix, or ce qui nous intéresse, c'est d'anticiper donc on va regarder si par hasard ça coïncide, est-ce qu'on a par hasard un modèle linéaire ? si on a une croissance linéaire, on peut anticiper, on pourrait prévoir deux mille cinq, deux mille dix, si on a une croissance exponentielle, on pourra prévoir
--	---

Dans l'énoncé, il est demandé de montrer qu'il s'agit d'une croissance quasi exponentielle. Mme P_{EX} attire l'attention des élèves sur ce point et essaie d'expliquer le rapport entre un modèle théorique et le phénomène réel.

	P : [...] ...le problème ce que... pourquoi on dit quasi ? E : ce n'est pas précis P : ce n'est pas tout à fait précis donc voilà pourquoi on va dire...on va choisir tel modèle, parce qu'on pense que c'est celui-là le plus proche de la réalité, d'accord ? donc vous verrez que vous n'avez jamais, sauf si... quand on construira l'extrait des données pour qu'il soit la croissance linéaire ou la croissance exponentielle, nous aurons jamais une croissance réellement linéaire ou réellement exponentielle par contre, on va dire : on va voir ce qui pourrait se passer si on supposait que la croissance linéaire, alors donc quand on va faire ça ? on va regarder quelques mesures et on va dire : ça fait une croissance presque linéaire, on peut continuer comme ça, ça a l'air d'être tendance ou alors on va dire c'est presque une croissance exponentielle, et on va dire c'est la tendance et donc on va anticiper et c'est ça
--	--

Déterminer le type de croissance exponentielle par la variation relative

Dans cette phase, la recherche de la variation relative d'une série apparaît comme une technique alternative à la technique de quotient pour déterminer le type de croissance exponentielle. Avant de commencer à faire travailler les élèves sur l'exercice, Mme P_{EX} fait référence à la formule donnée dans le manuel. Au tableau, elle explique la relation entre le taux d'accroissement et le coefficient multiplicateur à partir de la formule. Mme P_{EX} favorise l'utilisation de la technique de quotient pour les nombres simples.

Pour l'élève, il reste à choisir la méthode à appliquer. Elle commence à chercher la variation relative. Elle calcule d'abord les différences entre les termes dans la colonne C en entrant la formule =B3-B2 et elle la recopie vers le bas. Dans la colonne D, elle entre =C3/B2 pour diviser les différences entre deux termes par le premier terme. Donc elle applique la formule de la variance relative sur tableur. Mme P_{EX} intervient pour changer le format de la colonne de résultat pour pouvoir déterminer s'il y a une variance relative quasi-constante.

<p>P : [...] alors, qu'est-ce que tu veux faire, lequel tu veux faire ? soit avec le... tu multiplies c'est à dire soit avec le coefficient multiplicateur, soit tu fais avec la première formule en haut (à Monique)</p> <p>Monique : [inaudible]</p> <p>P : on va voir, ce que j'ai dit c'est vrai un plus ... alors comme tout à l'heure... donc voilà tu fais une colonne d'après, là ... égal 6... voilà divisé par 320...voilà, bon on y voit pas grande-chose, on va mettre des nombres... ? il y a trop de chiffres après la virgule ? qu'est-ce qu'on va mettre ? attends, vas-y, tous mais pour tous...format, cellule, trois décimales ? non deux décimales ? nombre, deux décimales... voilà déjà on y voit un peu mieux, qu'est-ce que ça donne ? (la sonnerie), le même, d'accord, en prenant deux décimales c'est le même donc on peut dire en prenant deux décimales, on va dire qu'on a à faire à une ?</p> <p>E : croissance</p> <p>P : croissance ?</p> <p>E : exponentielle</p>	<div> <div>D3</div> <div>=C3/B2</div> </div> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>1965</td><td>320</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>1970</td><td>326</td><td>6</td><td>0.02</td></tr> <tr><td>4</td><td>1975</td><td>331</td><td>5</td><td>0.02</td></tr> <tr><td>5</td><td>1980</td><td>339</td><td>8</td><td>0.02</td></tr> <tr><td>6</td><td>1985</td><td>346</td><td>7</td><td>0.02</td></tr> <tr><td>7</td><td>1990</td><td>354</td><td>8</td><td>0.02</td></tr> <tr><td>8</td><td>1995</td><td>361</td><td>7</td><td>0.02</td></tr> <tr><td>9</td><td>2000</td><td>368</td><td>7</td><td>0.02</td></tr> <tr><td>10</td><td>2005</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td>2010</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>					A	B	C	D	1					2	1965	320			3	1970	326	6	0.02	4	1975	331	5	0.02	5	1980	339	8	0.02	6	1985	346	7	0.02	7	1990	354	8	0.02	8	1995	361	7	0.02	9	2000	368	7	0.02	10	2005				11	2010			
		A	B	C	D																																																											
	1																																																															
	2	1965	320																																																													
	3	1970	326	6	0.02																																																											
	4	1975	331	5	0.02																																																											
	5	1980	339	8	0.02																																																											
	6	1985	346	7	0.02																																																											
	7	1990	354	8	0.02																																																											
	8	1995	361	7	0.02																																																											
	9	2000	368	7	0.02																																																											
	10	2005																																																														
11	2010																																																															

Après avoir montré qu'il s'agit d'une croissance quasi exponentielle, Mme P_{EX} demande aux élèves de prévoir la valeur en 2005. Le cours est déjà terminé, donc les élèves n'ont pas le temps de répondre à cette question et Mme P_{EX} les laisse réfléchir pour la prochaine séance.

2.4. Analyse globale de la séance à travers deux composantes

I. Analyse qualitative : Les techniques /gestes attendus et apparus sur tableur

Pendant la résolution des exercices sur tableur, les gestes et techniques instrumentés mis en œuvre par les élèves et ceux qui sont attendus/demandés par le professeur sont donnés dans le tableau suivant

Type de tâche	Tâche sur tableur	Ce que fait l'élève	Ce qu'attend Mme P _{EX}
T2	Calculer les différences des termes successifs	Entrer la formule =B3-B2 et recopier vers le bas	
T2	Calculer les quotients des termes successifs	Entrer la formule =B3/B2 et recopier vers le bas	
T2	Calculer la variation absolue moyenne	Prendre les termes dans l'ordre différent dans les formules de l'opération simple du calcul de variation	Prendre en compte l'ordre de termes dans les formules
		Réaliser chaque opération du calcul de variation dans différente colonne	
T2	Calculer la variation relative	Appliquer la formule donnée dans le manuel pour la croissance exponentielle. Réaliser chaque opération de calcul de variation relative dans différente colonne	
Gestes tableur	Réduire les décimales	Changer le format de la colonne cellule par cellule	Changer le format dans un coup en sélectionnant toute la colonne

Tableau 45. Tableau récapitulatif des techniques instrumentées attendues et émergées – 2^{ème} séance

Les techniques instrumentées ne semblent pas poser problème dans cette séance contrairement à la séance précédente.

II. Analyse quantitative des interventions

Dans cette partie, nous allons étudier les interventions de Mme P_{EX} auprès de l'élève qui manie le tableur. Nous en avons repéré 22 dans lesquels le type des interventions didactiques/ mathématiques prévaut, avec 63,6 % des interventions. Les interventions informatiques et les interventions pédagogiques représentent respectivement 22,7 % et 13,6 % de l'ensemble des interventions.

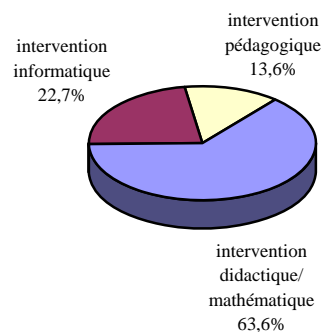


Figure 101. répartition des interventions de Mme P_{EX} en trois catégories dans la deuxième séance

La répartition des interventions est présentée dans le tableau ci-dessous.

Interventions pédagogiques

Les interventions pédagogiques portent sur le commencement du travail. L'enseignant indique à l'élève qui manipule le tableur le moment où il faut commencer le calcul ou elle demande de rechercher les données dans les dossiers.

<i>Intervention pédagogique</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble d'interventions
Prise d'information sur le travail	-	-	-
Mise en travail	2	66,7	9,1
Rappel au travail	1	33,3	4,5
<i>TOTAL</i>	3	100	13,6

Interventions informatiques

Les interventions informatiques présentent 22,7 % des interventions. Il s'agit de *l'aide sur tableur* et de *l'indication technique*. Les deux autres types d'interventions ne sont pas présents dans cette séance.

L'aide sur tableur concerne l'organisation de la feuille de calcul et une technique pour la réduction des nombres de décimales affichées.

L'indication technique se rapporte à l'utilisation du tableur pour réaliser un calcul pour pouvoir déterminer le type de croissance.

<i>Interventions informatiques</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble des interventions
Aide informatique générale	-		
Aide sur tableur	2	40	9,1
Indication technique	3	60	13,6
Explication informatique	-		
<i>TOTAL</i>	5	100	22,7

Interventions didactiques/ mathématiques

Les interventions didactiques/mathématiques prédominent. Elles représentent plus de la moitié des interventions totales de la séance, soit 63,6 % des interventions.

L'indication stratégique représente la moitié des interventions didactiques/mathématiques. Elle porte particulièrement dans cette séance sur l'indication des techniques de détermination du type de croissance. Il s'agit du calcul de différence entre les termes ou du calcul de variation absolue pour chercher un accroissement constant ou bien du calcul de quotient entre les termes pour chercher un coefficient multiplicateur constant, autrement dit un taux d'accroissement constant.

La *validation du travail* représente 28,6 % des interventions didactiques/mathématiques. Quant au type de validation, le nombre d'interventions est réparti également entre le type II et le type III. Ces interventions de l'enseignant portent sur la vérification du calcul ou la formule entrée pour mettre en œuvre les techniques de détermination de type de croissance.

21,4 % des interventions didactiques /mathématiques de Mme P_{EX} auprès de l'élève manipulant le tableur consiste dans une *explication mathématique*. Ces explications portent notamment sur le coefficient multiplicateur et l'importance d'ordre des termes dans l'opération de division.

<i>Interventions didactiques/ mathématiques</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble d'interventions
Explication mathématique	3	21,4	13,6
Indication stratégique	7	50	31,8
Validation du travail	4	28,6	18,2
TOTAL	14	100	63,6

Dans cette séance, les interventions didactiques/mathématiques prennent une place dominante. D'habitude, Mme P_{EX} n'intervient pas dans le travail présenté par l'élève. Par contre dans cette séance, l'élève fait les exercices directement sur le tableur sans avoir déjà travaillé avec son groupe. Donc la correction avance sous le contrôle de l'enseignant.

Type d'interventions		Nombre d'interventions	
		Monique	total
<i>Intervention informatique</i>	Aide technique générale	-	5
	Aide technique sur le tableur	2	
	Indication technique	3	
	Explication informatique	-	
<i>Intervention didactique/ mathématique</i>	Explication mathématique	3	14
	Indication stratégique	7	
	Validation du travail	4	
<i>Intervention pédagogique</i>	Prise d'information sur le travail	-	3
	Mise en travail	2	
	Rappel au travail	1	
TOTAL		22	

Tableau 46. les interventions de Mme P_{EX} / 2^{ème} séance

2.5. Conclusion

La séance était prévue comme une correction-synthèse sur des exercices du manuel donnés comme un devoir à la maison. Mais, à cause d'un malentendu, les élèves n'ont pas fait cette préparation et ils travaillent donc individuellement sur les exercices, chaque exercice étant corrigé collectivement avant de passer au suivant. Mme P_{EX} a dû adopter cette organisation qui, selon elle, n'est pas très efficace pour les apprentissages des élèves.

La séance précédente portait sur les modèles de croissance (linéaire et exponentielle). L'objectif de cette séance est la modélisation d'une situation à l'aide de ces croissances. Deux exercices portent sur des séries régulièrement espacées. Mme P_{EX} a profité d'une heure libre avant le cours pour entrer les séries sur le tableur correspondant à ces deux exercices. Le troisième exercice portant sur des séries non régulièrement espacées, Mme P_{EX} n'a pas entré la série, décidant donner cet exercice comme devoir à la maison.

Les enjeux mathématiques de la séance sont les techniques pour identifier le type de croissance d'une série donnée et les calculs à faire pour ces techniques. Selon le type de croissance, il s'agit d'étudier la « variation absolue³⁰ moyenne » ou la « variation relative » des séries et de rechercher si elles sont constantes. Comme nous l'avons dit, le travail sur ces techniques est réalisé dans deux situations différentes : d'abord pour les séries régulièrement espacées et puis pour les séries non régulièrement espacées.

Dans la première phase du travail des élèves, et dans la phase collective qui suit, ces techniques n'apparaissent pas encore. Les élèves calculent la variation absolue quand ils pensent qu'il s'agit d'une croissance linéaire. Ils recherchent par ajustement une formule avec coefficient multiplicateur quand ils pensent qu'il s'agit d'une croissance exponentielle. Cette « pré-technique » aboutit pour les séries régulièrement espacées.

La technique fondée sur le calcul de la « variation absolue moyenne » est introduite par le professeur dans la troisième phase pour traiter des séries linéaires non régulièrement espacées. Dans la phase collective qui suit, le professeur introduit la technique fondée sur le calcul de la variation relative pour traiter des séries géométriques en se référant à une formule donnée dans le manuel. Elle présente la recherche du coefficient multiplicateur et la détermination de la variation relative comme deux techniques pour rechercher si une série suit une croissance exponentielle.

Un autre aspect mathématique important de cette séance est de motiver la modélisation d'un phénomène par une croissance et l'étude du modèle comme moyen pour anticiper l'évolution du phénomène. Dans le dernier exercice, Mme P_{EX} essaie de montrer cet aspect mais elle manque de temps pour cela.

Compte tenu de ces enjeux mathématiques, le tableur apparaît comme un outil pour réaliser le calcul de la recherche de la variation absolue, de la variation relative ou du coefficient multiplicateur des séries. Il s'agit de calculs simples mais répétitifs pour lesquels le tableur apporte une économie. Pendant la séance, un seul élève qui est assez à l'aise avec les fonctionnalités de base du tableur (entrer les données, taper une formule, recopier vers le bas, etc.) manipule l'ordinateur. Comme dans la séance précédente, Mme P_{EX} incite à l'utilisation du tableur. En raison de la facilité des tâches à faire sur tableur et du choix de l'élève qui le manie, les techniques instrumentées ne semblent pas problématiques dans cette séance contrairement à la séance précédente. Les formules présentées en papier crayon sont converties sans difficulté en tableur.

Le travail de recherche par ajustement d'un coefficient multiplicateur s'inscrit dans un objectif constant de Mme P_{EX} qui est de faire acquérir aux élèves « l'attitude de travail d'un

³⁰ « Absolue » s'oppose à « relative », en ce sens que la valeur absolue est la différence entre deux valeurs consécutives et la valeur relative est le quotient de cette différence par la valeur courante. Dans le cas d'une croissance exponentielle, le coefficient multiplicateur est égal à la valeur relative de la variation. Les élèves le trouvent par ajustement, alors qu'ils pourraient le calculer comme valeur relative de la variation entre deux termes consécutifs.

mathématicien ». Elle demande de chercher, d'essayer certaines démarches et de raisonner pour arriver au résultat et elle valorise l'utilisation d'un outil de calcul dans ces démarches.

À partir d'une erreur commise par l'élève dans l'ordre des termes dans une formule-tableur saisie, Mme P_{EX} indique aux élèves une façon d'utiliser et d'organiser une feuille de calcul qui permet de minimiser les erreurs de calcul. Il s'agit de décomposer un calcul en opérant une série d'opérations dans plusieurs colonnes.

L'organisation différente adoptée dans cette séance conduit Mme P_{EX} à modifier sa pratique de classe. Alors qu'elle donne habituellement la priorité à la recherche des solutions par les élèves sans indication, elle fait au début de cette séance un rappel relatif à la définition de deux types de croissance et précise les techniques de résolution à adopter.

3. Troisième et quatrième séances : une séquence de modélisation à l'aide de la croissance

3.1. Présentation générale de la séquence

Les deux séances successives constituent cette séquence de modélisation. Dans la première séance, les élèves travaillent sur fiche en groupe sans intervention de Mme P_{EX}. Dans la deuxième séance, la résolution des exercices est discutée en classe à partir d'une présentation du travail d'un groupe avec les interventions de Mme P_{EX}. Il s'agit donc d'une séance de bilan.

L'objectif de cette séquence est d'initier les élèves à la modélisation d'une situation à l'aide de la croissance linéaire et de la croissance exponentielle avant de passer à la notion de 'suites' comme Mme P_{EX} nous a précisé à la fin de la séance précédente :

« [...] c'est qu'on leur fait modéliser d'abord par une croissance linéaire ensuite par une croissance exponentielle et puis on leur demande si les estimations sont proches d'une à l'autre [...] une fois qu'ils auront vu que la croissance servait à modéliser et anticiper, après on va essayer de voir avec les suites parce que j'avais remarqué que dans leur devoir, en général on leur donne une croissance, on leur demande si c'est exponentiel et après on leur demande de modéliser par une suite donc moi je préfère leur faire modéliser par une croissance exponentielle. Pour l'instant j'ai l'impression qu'ils comprennent mieux ce qui est une croissance, c'est l'impression que j'ai....donc voilà pourquoi je reste, parce que l'année dernière je suis passée assez vite à la notion de suite, ils ne voyaient pas du tout à quoi se servait, la modéliser par une suite, je crois qu'il faut le comprendre ...»

Quant à la fiche, Mme P_{EX} nous indique que les exercices proposés sont extraits d'une ressource destinée aux professeurs qui enseignent dans la classe de 1^{ère} L. Il s'agit de la *Banque L* qui a été

conçue avec la participation de l'Inspection Générale, par un groupe de professeurs de diverses académies qui ont déjà enseigné dans la classe de 1^{ère} L après le changement de programme officiel:

« [...]je l'ai trouvé ça dans BANQUE L, il existe une banque d'exercices, elle a été proposée d'une façon assez officielle, ce sont des inspecteurs qui ont proposé ça, il y a deux ans. Ils ont proposé ça parce que les professeurs de mathématiques n'avaient pas de manuels donc ils ont proposé une banque d'exercices, c'est qu'on appelle banque L...et donc ça, ça fait partie d'exercices de référence... je me sers de ces exercices là, parce que ce sont des exercices modèles mais ils ont été proposés de façon relativement officielle ».

La fiche ne contient aucune indication concernant le tableur. Car, Mme P_{EX} attend que les élèves décident eux-mêmes s'ils ont besoin du tableur dans leur recherche. Avant la première séance, elle nous a précisé qu'elle avait déjà saisi les données dans un fichier pour les élèves qui allaient travailler sur le tableur mais qu'elle ne donnerait pas d'indication :

« [...] ils sont en groupe et je n'ai pas dit qu'il y a des choses à faire sur l'ordinateur. J'ai rentré certaines données sur l'ordinateur donc ils les trouveront, on va voir, on va voir s'ils vont aller chercher ou pas. »

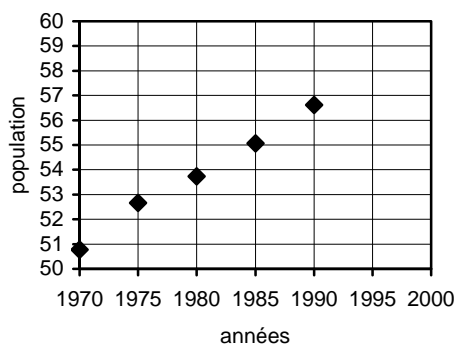
3.2. Analyse des exercices proposés

La fiche contient trois exercices. Nous analysons le premier exercice que les élèves ont travaillé.

Le tableau ci-dessous concerne la population française.

Année	1970	1975	1980	1985	1990
Population (en millions d'habitants)	50,77	52,66	53,73	55,06	56,61

Ces données sont illustrées par le diagramme ci-dessous.



- 1) On veut estimer la population française de l'année 2000 à partir des données qui précèdent. Pourquoi, d'après le graphique ci-dessus, est-il souhaitable de se baser sur les populations de 1975, 1980, 1985 et 1990 et d'écarter la population de 1970? Dans la suite, on écarte la population de 1970.

La première question concerne l'interprétation d'un graphique. L'approche graphique apparaît pour la première fois pour la croissance. À première vue, on peut dire qu'il est possible d'écarter la valeur de la population de l'année 1975 pour avoir une courbe plus alignée. En écartant la population de l'année 1970 comme cela est demandé dans la question, la variation du graphique

devient régulière. Il est plus facile de faire une estimation à partir des valeurs définies sur les intervalles réguliers.

- 2) a) Calculer, pour la période 1975-1990, l'augmentation quinquennale moyenne.
 b) On fait l'hypothèse que la croissance de la population est linéaire.
 Estimer la population française en 1995 et en 2000.
 c) Placer les valeurs trouvées en bleu sur le graphique

Dans la deuxième question, les élèves doivent d'abord calculer une augmentation moyenne entre quatre dates données. Ensuite pour anticiper la population de l'année 1995 et 2000, en acceptant la croissance de la population comme linéaire, ils doivent ajouter l'augmentation moyenne à la population de l'année 1990.

Sur tableur pour calculer l'augmentation moyenne, après avoir trouvé l'augmentation de la population entre les années données, les élèves peuvent utiliser la fonction MOYENNE du

	A	B	C	D	E	F
1	année	1970	1975	1980	1985	1990
2	population (en millions d'habitants)	50,77	52,86	53,73	55,06	56,61
3				1,07	1,33	1,55
4	augmentation quinquennale moyenne		=MOYENNE(D3:F3)			

Figure 103

tableur pour un calcul automatique (Figure 102) ou bien ils peuvent entrer une formule en additionnant trois valeurs d'augmentation et en le divisant par trois (Figure 103). Donc pour cette question il s'agit d'une augmentation moyenne de 1,32.

Sur le tableur, les élèves peuvent calculer la population en 1995 et en 2000 de deux façons différentes : soit par une formule de récurrence en ajoutant l'augmentation moyenne à la population précédente et en utilisant la référence absolue, soit par une formule fonctionnelle en prenant l'augmentation moyenne comme la raison et la population en 1990 comme le terme initial. Dans l'analyse a priori de la première séance, nous avons déjà expliqué l'application de ces deux types de formule sur un tableur pour un calcul d'intérêt simple. Nous n'allons pas reprendre ici ces analyses.

Pour le dernier item de cette question, les élèves doivent avoir une connaissance sur l'assistant graphique du tableur. Ils doivent d'abord afficher le graphique donné sur la feuille de travail. Après avoir sélectionné les

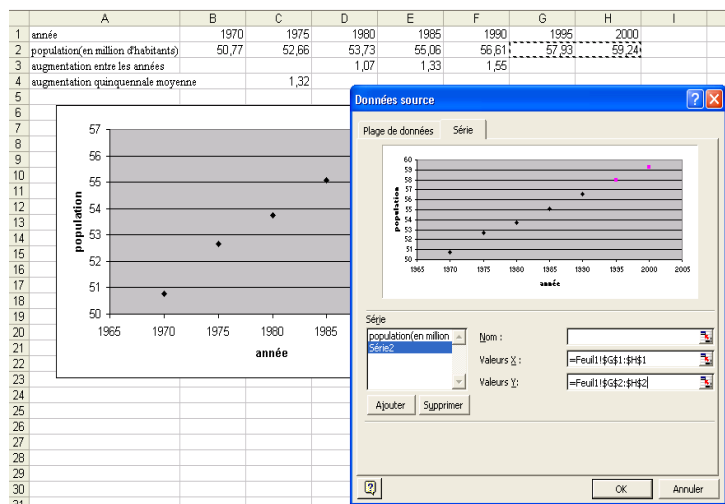




Figure 104

lignes de l'année et de la population, ils doivent utiliser l'assistant graphique du tableur. Ils peuvent trouver cette icône de l'assistant graphique  soit sur la barre d'outils soit dans 'Insertion'. Sur la fenêtre de l'assistant graphique, les élèves doivent d'abord choisir le type de graphique *nuage de points* ensuite le sous-type *nuage de points* qui ne sont pas reliées. Après avoir obtenu le graphique ci-dessus, pour placer la population en 1995 et en 2000 sur le graphique, ils peuvent cliquer à droite de la souris sur le graphique et choisir *Données source...* et puis l'onglet de *Série* dans cette fenêtre (Figure 104). Ils peuvent également ajouter de nouvelles valeurs sur le graphique en ajoutant une nouvelle série et ils peuvent entrer les valeurs de cette nouvelle série dans la zone de 'Valeur X' et 'Valeur Y' en utilisant ce bouton  pour ouvrir la boîte de dialogue dans laquelle les élèves peuvent sélectionner les cellules sur la feuille de calcul.

Nous pensons que c'est une tâche assez compliquée pour plusieurs élèves. Donc il est probable que les élèves préfèrent placer les valeurs sur la fiche papier plutôt que sur la feuille de calcul.

- 3) a) Calculer le pourcentage d'augmentation de la population entre 1975 et 1990.
 b) On fait l'hypothèse que la croissance de la population est exponentielle.
 Montrer que le pourcentage trouvé en a) correspond à une augmentation de 2,44 % tous les 5 ans.
 c) En supposant que la population augmente de 2,44 % tous les 5 ans, estimer la population française en 1995 et en 2000.
 d) Placer les valeurs trouvées en rouge sur le graphique.

La troisième question commence par un calcul du pourcentage d'évolution. Le calcul d'un pourcentage est déjà étudié au début de l'année mais comme nous en avons déjà parlé, selon Mme P_{EX}, c'est un sujet où la plupart des élèves ont des difficultés. Les élèves peuvent trouver le pourcentage en calculant d'abord l'augmentation entre ces deux dates et puis le taux de cette augmentation $(P_{1990} - P_{1975}) / P_{1975} * 100$. Ou bien ils peuvent calculer le pourcentage d'augmentation à partir du coefficient multiplicateur. Pour ces calculs, les élèves peuvent utiliser les cellules du tableur comme une calculatrice ou ils peuvent entrer les formules.

Dans le deuxième item, il s'agit d'un pourcentage d'évolution successive de la population. Les élèves doivent d'abord trouver le coefficient multiplicateur à partir du pourcentage d'évolution. Pour cet exercice, le coefficient multiplicateur est 1,0244. Pour montrer que le pourcentage d'évolution trouvé entre 1975 et 1990, c'est 7,5 %, correspond à 2,44% tous les cinq ans, les élèves peuvent utiliser la définition de la croissance exponentielle lors qu'on accepte la croissance comme exponentielle. Donc ils peuvent prendre 1,0244 comme la raison de cette croissance et ils peuvent montrer qu'entre 1975 et 1990, le coefficient multiplicateur est égal à la raison au cube ($1,0244^3 = 1,075$). Les élèves peuvent utiliser aussi le calcul du pourcentage global qui aurait dû étudier au début de l'année. Donc ils peuvent dire que le coefficient multiplicateur globale est égal au produit des coefficients multiplicateurs de chaque évolution, donc c'est $1,075 = 1,0244^3$.

Les élèves peuvent estimer la population en 1995 et en 2000 soit en calculant le 2,44 % de la population précédente soit par le coefficient multiplicateur. L'utilisation du tableur dans cette

question est la même que celle de la question analysée lors de l'analyse a priori de la première séance. (voir l'analyse a priori de la question « intérêt composé »)

3.3. Déroulement et analyse locale de la séquence à travers les phases

1. La séance en groupe

Pour Mme P_{EX}, l'objectif du travail en groupe est de faire chercher des exercices en faisant discuter les élèves entre eux. Pendant la séance, elle préfère ne pas intervenir sur l'avancement du travail des élèves mais elle surveille chaque groupe.

La séance commence par un rappel de l'examen de BAC blanc qui aura lieu prochainement. Après avoir distribué deux fiches d'élève, Mme P_{EX} s'assure d'abord que tous les groupes commencent par le bon exercice, ensuite elle laisse les groupes à travailler.

selon la déclaration de Mme P_{EX} avant la séance, elle n'a pas l'intention de conduire les élèves à utiliser le tableur (cf. présentation générale de la séquence). Mais, au moment de la distribution des fiches, Mme P_{EX} évoque la possibilité des données enregistrées sur l'ordinateur. Elle donne aussi l'indice d'adresse du fichier en évitant une incitation explicite de l'utilisation du tableur.

P : regardez quand même, si vous vous lancez sur l'ordinateur, regardez quand même, si j'ai entré des données... [...] vous regardez quand même, si vous voulez utiliser l'ordinateur, vous regardez quand même si par hasard je n'ai pas rentré déjà des fichiers... donc le chapitre s'appelle croissance donc vous regardez dans le document croissance si par hasard vous avez des fichiers...

Pendant la séance, Mme P_{EX} se déplace parmi les groupes. Elle n'intervient pas dans l'avancement du travail du groupe, ni dans leur choix d'environnement de travail. Nous constatons que la moitié des groupes utilise le tableur. Nous présentons le travail de ces groupes à partir de leur fichier enregistré.

Chaque groupe avance à son rythme. Mme P_{EX} ne répond pas aux questions des élèves mais elle les incite à prendre des notes et à essayer différentes méthodes afin de pouvoir discuter à partir de leurs questions ou de leur remarques lors de la séance suivante. Il y a eu seulement une intervention de Mme P_{EX} portant sur le calcul de pourcentage auprès du groupe B2, qui a conduit les élèves à obtenir une réponse.

En revanche, la réticence de Mme P_{EX} au niveau de ses interventions pour l'aspect mathématique du travail ne se manifeste pas dans la manipulation du tableur. Elle intervient directement pour les questions concernant le tableur (par exemple, changement de format, l'assistant graphique, etc.) : soit, elle montre elle-même sur la feuille de calcul, soit, l'élève applique ses explications. Dans la partie d'analyse des interventions, nous étudions ces interventions en détail.

Finalement, pendant la séance, les élèves travaillent en groupe et Mme P_{EX} garde ses réflexions sur le travail des élèves pour la séance de bilan. Nous avons ainsi constaté qu'un groupe (A3) a pu avancer jusqu'à la dernière question et que les deux groupes (B2 et A1) ont essayé d'accomplir les

tâches concernant la représentation graphique de l'exercice et ont fait une représentation graphique sur le tableur.

2. La séance du bilan

Nous distinguons deux phases dans cette séance

Phase 1 : Présentation des solutions des questions 1 et 2 par le groupe B10

Phase 2 : Présentation d'une solution de la question 3 par le groupe B2

Phase 1 : Présentation des solutions des questions 1 et 2 par le groupe B10

Rappel à la participation

La séance commence par un rappel de l'enseignant concernant les rôles du groupe à interroger et ceux de la classe dans les séances de bilan. Elle explique ensuite l'organisation des prochains contrôles qui seront semblables à l'examen de BAC.

P : [...] Allez, ça y est ? Donc on corrige, faites attention ! Moi je ne vérifie pas... ce sont des élèves qui sont interrogés, qui donnent leur recherche donc vous ... vous allez... méfiez-vous, je répète que ce sont des élèves qui sont interrogés, qui donnent leur ... Marc ! leur solution, leur recherche ! D'accord ? Donc si vous avez un doute, vous interrompez... moi je ne donnerai pas de correction, c'est à dire ça peut être faux ! Ne prenez pas systématiquement ce qu'elles disent, si je ne dis rien, ce n'est pas forcément que c'est juste, c'est que vous n'avez rien dit ...

Le groupe B10 qui a été choisi par Mme P_{EX} s'installe au poste de l'ordinateur pour présenter son travail à la classe. Mme P_{EX} précise que les élèves peuvent rencontrer ce type des questions à l'examen de BAC.

P : [...] Alors on y va, j'insiste sur cet exercice parce qu'il me semble ...c'est une idée tout à fait personnelle, il me semble être tout à fait dans l'esprit de votre programme de 1 ^{ère} L, c'est à dire il me semble dans l'esprit d'un sujet de BAC...

Construction d'un graphique

Le groupe B10 affiche sa fiche-tableur dans laquelle il a travaillé dans la séance précédente. Mme P_{EX} demande à l'élève de cliquer sur les cellules pour afficher les formules cachées pendant la présentation.

P[...] alors qu'est qu'elles ont fait d'abord, vous nous expliquez ce que vous avez fait... alors vous nous expliquez, vous le mettez il y a des chiffres qui apparaissent là, donc vous mettez haut dessus pour qu'on voit la formule.
--

Une élève du groupe (Carole) commence à lire la question 1 et elle donne leur interprétation³¹ pour laquelle Mme P_{EX} intervient. Elle précise que cette interprétation n'est pas acceptable dans l'examen de BAC puis qu'il est demandé de répondre à la question à partir du graphique donné dans l'énoncé. Mme P_{EX} demande donc d'abord de faire le graphique. Les élèves construisent le graphique sous la direction de Mme P_{EX} : ils cherchent d'abord l'icône 'assistant graphique', ensuite

³¹ cette interprétation est inaudible dans l'enregistrement

le tableur affiche un autre graphique. Ils ont du mal à supprimer ce graphique et à la fin ils font le graphique demandé en gardant le premier.

P : attention, le jour de BAC ne faites pas cette réponse, vous avez... on vous demande d'après le graphique... d'accord si vous voulez, on peut le faire, comme ça vous nous expliquerez... alors comment on fait le graphique, tu sélectionnes, sélectionne... là, non, tu sélectionnes... voilà, encore, encore, encore et puis tu vas chercher le petit graphique en haut, il y a un petit dessin, un petit graphique, on dirait un petit crayon... ils ne sont pas le graphiques... où est-ce qu'il est ... non ce n'est pas ça... alors faites *Affichage*... vous ne l'avez pas dans votre barre d'outils, qui c'est qui a enlevé la barre d'outils ? ... vous l'avez vu *Graphique*.... *Graphique*... tu l'as ? *Graphique*, voilà, alors clique sur le petit bouton qui est graphique... t'as sélectionné, voilà, tu sélectionnes... *Assistance graphique* tu l'as, vas-y clique sur dessus, vas-y clique sur là, dessus là

E : là

P : oui, voilà ... ah ! qu'est-ce qu'il a fait ?

....

P : ah, ce n'est pas ça, c'est dans le *Graphique* là, vas-y faites *Annuler*, *Annuler*...là haut ...là tu fermes, tu fais annuler là haut...*Edition*, *Annuler*... ah tu peux pas ! tu sors de ça...là, sors du graphique, voilà, tu fais *Edition*, *Annuler* en haut ... ce n'est pas grave ! allez, on va le mettre à côté, on ne va pas s'en occuper, allez, vas-y envoie d'autre côté et attrape-le et envoie d'autre côté, voilà.

Alors, on refait, tu sélectionnes là, haut 50,77 ...voilà, alors tu refais le *Graphique*, alors où est-ce que tu vas le trouver... dans *Barres d'outils*, voilà...*Graphique*, voilà et là il y a une petite flèche, là tu essaies de descendre, là il y a une petite flèche, tu vois là sur le graphique-là, ici, ici... là, voilà, là il y a une petite flèche là, à droite... là, voilà et là tu as des points, tu vois... voilà... fermer, voilà... bon, alors donc là, tu nous montres avec la souris... alors ne**pas un, deux, trois, c'est 1970... c'est simplement pour que tu puisses nous parler avec la souris, d'accord, alors !

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2	Année	1970	1975	1980	1985	1990				
3	Population (en millions d'habitants)	50,77	52,66	53,73	55,06	56,61				
4		0,96	0,98	0,98	0,97					
5										
6										
7			0,214	0,266	0,31	0,26				
8										
9		1,07		1,55	1,32					
10			1,33							
11										
12										
13										
14										
15										

Le groupe donne de nouveau une réponse en se référant au graphique mais Mme P_{EX} intervient une deuxième fois. Cette intervention porte sur les termes utilisés dans l'interprétation. L'élève désigne le graphique comme 'une droite à peu près alignée'. Mme P_{EX} explique qu'il s'agit pour l'instant d'une ligne alignée mais pas une droite.

Avantage des séries régulièrement espacées

Dans la séance précédente, Mme P_{EX} a remarqué qu'un groupe voulait écarter la valeur de l'année 1975 sur le graphique au lieu de celle de l'année 1970. Elle avait demandé au groupe d'expliquer son choix. Selon ce groupe, les points sont plus alignés s'ils écartent la valeur de l'année 1975.

Mme P_{EX} trouve ce choix a priori acceptable. Mais pour la suite du travail dans laquelle le calcul de variation apparaît, ceci complique le calcul à faire puisque les intervalles de temps deviennent irréguliers. Ce choix n'est donc pas préférable.

Pendant ce temps, l'élève essaie de supprimer le premier graphique qui a été fait par erreur. Mme P_{EX} demande de le descendre en bas de la page s'il n'arrive pas à le supprimer. Elle indique aussi les gestes à l'élève pour cette tâche.

P : tu peux le supprimer, tu peux le descendre, si ça te gêne, descends-le... on ne peut pas supprimer mais descends-le au moins ...tu cliques dessus, voilà... tu remontres avec l'ascenseur ... ça s'appelle traditionnellement l'ascenseur par côté, hien... d'accord

Calcul de l'augmentation quinquennale moyenne sur tableur

Le groupe présente son calcul de l'augmentation quinquennale moyenne. Carole montre la formule dans la cellule C6 « = (D3-C3)/(D2-C2) » (population B - population A)/ (l'année B - l'année A)) (Figure 105). Mme P_{EX} demande à la classe de vérifier cette formule. Un élève affirme qu'il s'agit d'une formule du

C6		= (D3-C3)/(D2-C2)			
	A	B	C	D	E
1					
2	Annee	1970	1975	1980	1985
3	Population (en millions d habitants)	50,77	52,66	53,73	55,06
4		0,96	0,98	0,98	0,97
5					
6			0,214	0,266	0,31

Figure 105

pourcentage d'évolution. Au même moment, un autre élève pose une question concernant la rédaction de la première réponse dans l'examen du BAC. Mme P_{EX} n'interprète pas la formule et elle explique la rédaction de la question. Ensuite, Mme P_{EX} demande à l'élève de calculer l'augmentation de la population, l'élève montre la partie de ce calcul dans leur formule « D3-C3 ». Mais Mme P_{EX} demande qu'elle fasse séparément chaque calcul dans différentes colonnes. L'élève saisi donc une formule =D3-C3 en C5 et recopie vers la droite. Pour la moyenne de l'augmentation, Mme P_{EX} incite l'élève à utiliser la fonction moyenne sur tableur. Cependant, l'élève choisit une autre technique : elle tape directement « moyenne » en cellule F5 et elle met la parenthèse et elle sélectionne C5, D5 et E5 (=moyenne(C5:E5)). Le tableur affiche 1,31666667 en F5. Mme P_{EX} propose de changer le format de cette cellule pour diminuer le nombre de décimales. L'élève change le format de cette cellule. Le tableur affiche deux nombres après la virgule(1,32).

P : oui, bon alors maintenant qu'est-ce que tu vas faire ? ... vous pouvez trouver ? quelle est la question ?
E : la moyenne
P : la moyenne ! donc qu'est-ce que vous allez faire ? [...] vous allez faire la moyenne après on va essayer de regarder ce qu'elles ont fait. A quelle question elles ont répondu. Alors vas-y, égal...égal, c'est la moyenne, donc vous avez une fonction moyenne, vous avez une fonction qui s'appelle moyenne, vas-le chercher...
Carole :
P : ah bon, voilà, tu tapes moyenne si tu sais écrire, moyenne... t'écris moyenne... écris moyenne, ça va aussi vite, moyenne ... voilà, tu mets une parenthèse...voilà et tu sélectionnes les nombres que tu vas mettre en moyenne, attention ! celui-là, celui-là et celui-là, fais entrer, voilà, ça te donne la moyenne. Bon, alors tu vas peut-être changer le format... alors vas-y, regarde, tu as beaucoup de chiffres après la virgule. Alors vas-y... c'est bon ... t'en as deux, c'est bon. Voilà donc, vous trouvez ... une moyenne de ... 1,32.

Identification du calcul fait à partir de la formule-tableur et vérification

Mme P_{EX} demande à l'élève de revenir en C6 sur la formule avec laquelle le groupe suppose de calculer l'augmentation moyenne (voir figure ci-dessus). À l'aide de l'indication de Mme P_{EX} pour l'interprétation de la formule, les élèves constatent qu'il s'agit du calcul de l'augmentation annuelle.

P : [...] allez, on va chercher ... qu'est-ce qu'elles ont fait ? alors vas-y, reviens dessus... essayez de trouver...reviens dessus, essayez de me trouver la question à la quelle elles ont répondu ? alors elles ont divisé, elles ont fait D3-C3, c'est ça ?
E : oui
P : D3-C3 donc elles ont ...
E : c'est la variation absolue
P : elles ont ... non attention, regardez bien ce qu'elles ont fait, elles ont fait D3-C3 donc c'est le nombre ...
E :
P : non, non, regardez bien ce qu'elles ont fait, ça c'est le nombre de quoi ?
E :...l'augmentation quinquennale
P : ce n'est pas l'augmentation quinquennale, D3-C3... et dessus c'est... D2-C2 donc qu'est-ce qu'elles ont obtenu comme ... comme résultat ?
E :
P : c'est...ce n'est pas l'augmentation quinquennale...c'est... ?
E :**
P : c'est quoi ? elles ont fait l'augmentation mais elles ont divisé par... ? par combien ? ...
...
P : par cinq donc ...donc vous avez fait l'augmentation...

E : un an
P : tous les ans... vous le notez, c'est ça que vous avez fait, donc vous avez répondu à cette question.
...
E :
P : je pense que c'est ça ce qu'elles ont fait
E : ... la moyenne d'augmentation par an
P : non, oui, c'est ça... sur cinq ans là...

Mme P_{EX} propose au groupe de tester leur réponse en calculant l'augmentation au bout de cinq ans. L'élève réalise le calcul sous l'orientation de Mme P_{EX} : elle tape la population de l'année 1970 en B14. Elle entre en B15 la formule = B14 + \$C\$6 et elle la recopie en sept cellules. Il faut préciser que l'utilisation de la référence absolue dans la formule est révélée par la question de Mme P_{EX}. Mais au bout de cinq ans, ils ne trouvent pas la même valeur. Mme P_{EX} remarque qu'ils se sont trompés de la valeur de départ et qu'il fallait prendre la population de l'année 1975. Ils trouvent la même valeur que celle de l'énoncé pour la population de l'année 1980.

P : chaque année, vous avez augmenté de cette valeur-là ...sur cinq ans... regarde, teste-le pour voir si c'est vrai ce qu'elles ont dit, tu vas recopier, met cinq... tu les recopies, tu reprends en bas ici, tu prends une case... n'importe laquelle, plus bas à gauche, égal et tu mets en haut 50,77 voilà, tu vas dessus
Carole : là ?
P : oui...non, non ! il faut que tu sortes de là...voilà, non, non ...attends, attends...reprends là, voilà et là tu fais entrer... entrer, voilà, maintenant, tu mets égal
Carole : celle-là ?
P : celle-là, celle-là...plus celle que tu dis ...la moyenne que tu dis chaque année... 0,... tu fais attention pour prendre...cellule absolue pour celle-là...cellule absolue , voilà, tu fais entrer, voilà, vas-y, tu la recopies... ça c'est la première année... oui, vas-y tu la recopies... ça c'est au bout d'un an, dessous, dessous ! un, deux, trois attention pas trop...vas-y là...alors qu'est-ce qui se passe ?
E : Madame, je n'ai pas bien compris c'est quoi la ligne de 0,214 0,266
P : pardon ?
E : je n'ai pas compris ce que présente la ligne de 0,214...
P : c'est...ce qu'on est en train de chercher, parce qu'on est en train de chercher à expliquer, c'est pas du tout dans le problème hein ! on est en train d'expliquer, je suis en train d'expliquer à ces élèves-là ce qu'elles ont fait, alors ce qu'elles ont fait, elles ont divisé la différence de l'augmentation entre 1970 et 1975, elles l'ont divisé par cinq, est-ce que c'est ça ? attends, attends c'est peut-être pas, non... ce n'est pas, non, non pardon, je vous fais faire une bêtise parce que ce n'est pas B qu'il faut prendre, elles ont pris C, c'est ça qui m'a engendré une erreur. Là, tu remets haut dessus de 50,77 là, non ...non là, pardon, voilà sur...voilà et là tu cliques... tu cliques sur C... sur C ... C3...non C2 pardon... je me suis trompée parce que...en fait ce qui m'a engendré une erreur, ce n'est pas 50,77 qu'il fallait prendre, c'est 52,66 votre référence... clique sur 50,77 ici là, voilà... maintenant tu mets à la place de B2 là haut de B3, tu mets C3, c'est moi qui n'ai pas bien vu ce que vous avez fait, C3, voilà... alors, ça c'est au bout d'un an, vas-y, ça fera donc mille neuf cents... mets-la à côté de 52,66 là tu vas taper 1975, tape 1975... bon, en sous égal... égal la date dessus plus un, fais entrer maintenant, recopie maintenant... voilà...stop, stop, attends parce que ... encore, enlève un peu jusqu'au 1980...arrête, voilà 1980 qu'est-ce qui se passe ?
E :
P : on trouve la valeur...
E :
P : d'accord ? donc ce que vous avez calculé...c'est... ? est-ce que vous pouvez me dire ce que vous avez calculé...c'est la valeur... ?
E : l'augmentation moyenne par an
P : voilà, c'est l'augmentation moyenne par an sur ... ?
E : cinq ans
P : sur lequel...non... de mille neuf cents... ?
E :
P : de 1970 à 1975

Avant de passer à la question suivante, Mme P_{EX} explique de nouveau, à la demande d'un élève, que la formule proposée par le groupe interrogé présente l'augmentation annuelle mais pas l'augmentation quinquennale moyenne.

Modélisation par la croissance linéaire

Dans cette étape, les élèves doivent prévoir les populations en 1995 et 2000 à l'aide de la croissance linéaire. Il s'agit donc ici de la modélisation de l'évolution de la population. C'est Mme P_{EX} qui indique la démarche à suivre : elle commence par la définition de la croissance linéaire pour

rappeler la propriété d'augmentation constante de ce type de croissance. Elle demande à l'élève de prolonger la ligne de l'année. L'élève commence à taper chaque année mais Mme P_{EX} intervient tout de suite dans son geste et elle demande de les entrer autrement. L'élève utilise ainsi la formule $=F2+5$ (1990 en F2) et elle la recopie vers la droite.

	<p>P : [...] donc alors vous allez vous en servir comment ? vous allez vous en servir pour estimer la population française en 1995. Donc tu vas mettre 1990, tu vas prolonger 1995, comment tu fais pour 1990, montre-moi 1990....</p> <p>Oh !oh ! qu'est-ce qu'il fallait qu'elle fasse ? pour être paresseuse, il fallait faire, pour être paresseuse comment il fallait...alors vas-y fais-moi le pour la suivante. Alors comment on fait ? Egal celle-là, plus 5, très bien. Voilà, alors que le temps que... tu y es, tu fais 2000. Voilà, et elles savent le faire en plus.</p>
--	--

L'élève continue son travail en répondant aux questions de Mme P_{EX} qui indique les étapes suivantes dans la résolution. L'élève saisit une formule $=F3+\$F\5 pour ajouter l'augmentation quinquennale moyenne (1,32) à la population de l'année 1990 pour estimer celle de l'année 1995 et elle recopie vers la droite. Mme P_{EX} précise à l'élève une deuxième fois l'utilisation de la référence absolue dans la formule.

	<p>P :Bon, Allez, maintenant, vous faites l'augmentation. Allez-y. alors vas-y, mets dessous donc sous 1995, voilà, et alors qu'est-ce que tu vas faire là ?</p> <p>E : [inaudible]</p> <p>P : ah, ben, non. Puisque là, qu'est-ce qu'on vous dit ? Qu'elle augmente... quelle est l'hypothèse, qu'est-ce que vous venez de me dire dans l'hypothèse ?</p> <p>E : [inaudible]</p> <p>P : Elle augmente ?</p> <p>E : de la même valeur que...</p> <p>P : de la même valeur, tous les ? 5 ans. Et ben, alors, tu vas mettre une formule ? tu vas mettre ? Alors vas-y, qu'est ce que tu mets là ?</p> <p>E : [inaudible]</p> <p>P : Egal, combien ?</p> <p>E : [inaudible]</p> <p>P : et tu fais attention de ?</p> <p>E : [inaudible]</p> <p>P : absolue. Oui. Voilà, très bien</p>
--	--

Phase 2 : Présentation d'une solution de la question 3 par le groupe B2

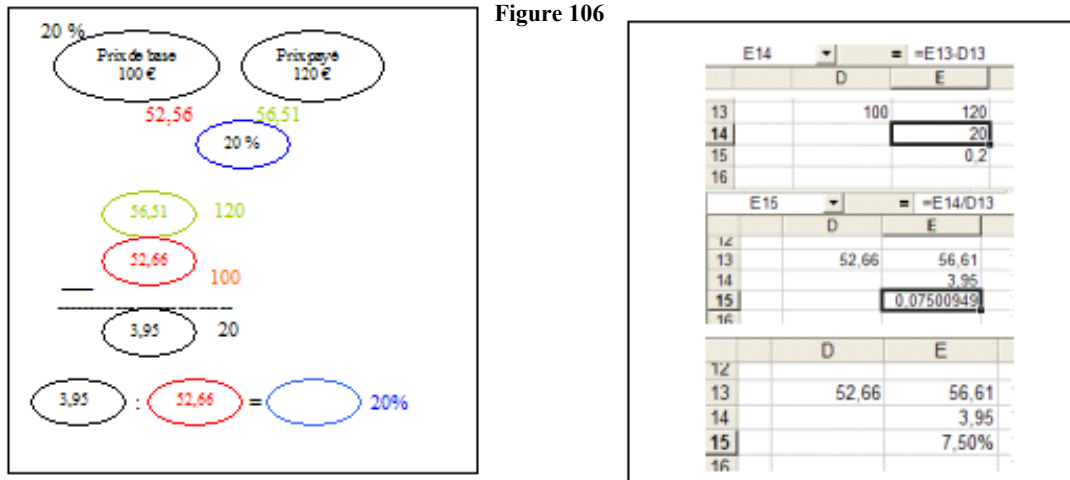
Calcul de pourcentage

Mme P_{EX} choisit un groupe qui a eu des difficultés pour le calcul de pourcentage de cette question dans la séance précédente. Elle demande d'abord si le groupe a travaillé sur l'ordinateur. Après la confirmation du groupe, Mme P_{EX} demande d'ouvrir sa fiche. Cette phase commence donc par la recherche du dossier du groupe interrogé sur le réseau. Comme le groupe ne trouve pas son travail à la fin de quelques recherches dans différents dossiers, Mme P_{EX} propose de travailler sur la fiche d'un autre groupe.

La première question demande de calculer le pourcentage d'augmentation de la population entre 1975 et 1990. Selon Mme P_{EX}, les élèves ont toujours des difficultés pour le calcul de pourcentage. En conséquence, elle ne donne pas au groupe interrogé le temps de présenter son travail et elle commence à expliquer comment il faut trouver le pourcentage au tableau en faisant un schéma coloré où elle donne un prix de base 100 et un prix payé 120. Puis, elle applique sur ce schéma les valeurs données de la question : d'abord elle demande à la classe le résultat de la soustraction ($56,51-52,66 = 3,95$) et puis celui de la division ($3,95 : 52,66 =$). Pour calculer la division, elle

fait appel au tableur. L'élève entre sur tableur ce que Mme P_{EX} indique. Elle apporte donc le même schéma sur tableur (Figure 106).

Elle entre 100 et 120 dans les deux cellules, elle calcule leur différence dans une autre cellule et elle divise la dernière par cent. Mme P_{EX} demande de changer 100 et 120 par les valeurs de la question pour utiliser 'la magie du tableur'. La feuille de calcul est réactualisée par ces valeurs. Mme P_{EX} indique encore le changement de format de cellule où le pourcentage est affiché comme un nombre décimal



	<p>P : on va le faire ! on va le faire au tableau avec le tableur ! alors on va mettre 100, tu prends une case quelque par, par là, tu mets 100, dans l'autre tu mets 120, ...120, d'accord, donc maintenant on va essayer de trouver la formule, alors égal, donc égal là... qu'est-ce que tu viens de faire 120 moins 100, donc 120 moins 100, d'accord et bon puis maintenant qu'est-ce que tu fais l'autre, tu fais égal... égal celle-là divisé par 100 et la magie d'un tableur ce que... à la place de 100, on va mettre... ?</p> <p>E : 52..</p> <p>P : oui, combien on va mettre ? alors vas-y 52, 66... à la place de 120, on va mettre...et voilà et donc en bas qu'est-ce que c'est ? ... il y a un petit problème parce que t'avais dû... t'as pas dû recopier exactement ... 56...56... ah ! ah oui regarde! t'as mis 56,66 au lieu de 56,61 là ... ce n'est pas la même chose qu'en haut... là 56,61... non c'est dans l'autre, c'est dans l'autre ! là 56,61 et dans l'autre c'est c'est bon, voilà maintenant on va écrire ça sous forme de ... d'abord tu prends...oui là ici, tu vas écrire sous forme de... pourcentage, qu'est-ce que tu fais, tu vas chercher.... D'accord ? est-ce que tout le monde voit ça, tous ceux qui s'intéressent au cours, est-ce qu'ils voient ? est-ce que vous avez vu comment... Muriel ! vous comprenez pourquoi je ne voulais pas vous donner une réponse hier ? parce que je tiens à ce que vous cherchiez un petit peu quand même ça.</p>
--	--

Modélisation par la croissance exponentielle

La deuxième partie de cette phase concerne une étude de l'évolution successive. Il s'agit d'abord de la recherche d'un coefficient multiplicateur à partir du pourcentage, puis de montrer la relation entre le coefficient multiplicateur entre les termes décalés et celui entre les termes successifs à partir de la modélisation de l'évolution de la population par la croissance exponentielle. Après le calcul du pourcentage d'augmentation de la population entre 1975 et 1990, il s'agit donc maintenant de montrer que ce pourcentage trouvé (7,5%) correspond à une augmentation de 2,44% tous les cinq ans.

Cette partie est pilotée par Mme P_{EX} avec les questions /réponses à la classe. D'abord, la définition de la croissance exponentielle est évoquée pour préciser la propriété d'avoir un quotient constant entre les termes. Ensuite, ceci conduit à la recherche du coefficient multiplicateur à partir du

pourcentage. Mme P_{EX} passe au tableau et elle explique le passage du pourcentage au coefficient multiplicateur avec l'exemple de base sur le schéma coloré. Puis, elle donne le coefficient multiplicateur pour le pourcentage d'augmentation de la population entre 1975 et 1990. Dans la suite, comme le cours est déjà terminé, Mme P_{EX} montre rapidement comment l'augmentation de la population entre 1975 et 1990 correspond à une augmentation de 2,44 % tous les cinq ans : elle donne d'abord le coefficient multiplicateur pour l'augmentation de 2,44%. Puis sur un diagramme, elle montre que le coefficient multiplicateur au cube de tous les cinq ans correspond au coefficient multiplicateur de la population entre ces quinze ans ($1,0244^3 = 1,075$).

3.4. Analyse globale de la séquence à travers deux composantes

I. Analyse qualitative : Les techniques /gestes attendus et apparus sur tableur

Pendant la résolution des exercices sur tableur, les gestes et techniques instrumentés mis en œuvre par les élèves et ceux qui sont attendus/demandés par le professeur sont donnés dans le tableau suivant

Type de Tâche	Tâche sur tableur	Ce qu'attend Mme P _{EX}	Ce que fait l'élève
T4b	Ajouter les nouvelles données dans la colonne des années	Recopier les nombres -en entrant une formule -en sélectionnant les deux cellules	Taper les nombres un par un
	Présenter le travail réalisé	Affichage de la face cachée : Montrer les formules à saisir en cliquant sur les cellules concernées	Affichage de l'interface : Montrer seulement l'interface de la feuille de calcul
T2	Calculer l'augmentation quinquennale moyenne	- Faire chaque opération d'un calcul dans différentes cellules - Calculer d'abord seulement l'augmentation quinquennale =D3-D2 - Calculer ensuite la moyenne en utilisant la fonction MOYENNE à partir du menu <i>Insertion</i> , ou de l'icône sur la barre d'outils	- Réaliser les opérations d'un calcul avec une formule dans la même cellule - Confusion entre l'augmentation quinquennale et l'augmentation annuelle Entrer une formule =(D3-C3)/(D2-C2) qui donne l'augmentation annuelle - Appliquer la fonction MOYENNE manuellement : taper MOYENNE et sélectionner les cellules concernées
	Changer le format de la cellule		
T1-T3	Estimer le nombre de la population dans les années suivantes	Entrer une formule pour ajouter l'augmentation trouvée à la population précédente en utilisant la référence absolue	
T2	Calculer le pourcentage d'augmentation	Appliquer sur tableur l'explication du calcul du pourcentage au tableau à partir d'un exemple simple	

		basé sur 100 et utiliser actualisation automatique du tableur en entrant les données de la question.	
--	--	--	--

Tableau 47. Tableau récapitulatif des techniques instrumentées attendues et émergées / La séquence

II. Les travaux des élèves sur le tableur

Dans la séance en groupe, les cinq groupes (A1, A3, B2, B7 et B10) ont travaillé sur tableur. Le travail du groupe B10 a été présenté dans la partie « déroulement et analyse de la séance ». À cause d'un incident technique, la fiche du groupe B2 n'était pas enregistrée sur le réseau.

Les cinq groupes (A1, A3, B2, B7 et B10) ont travaillé sur tableur dans la séance du travail en groupe. Dans la séance, nous avons vu que le groupe B2 avait travaillé sur tableur mais sa fiche n'était pas enregistrée sur son fichier. Nous disposons donc pour l'analyse des fiches de quatre groupes. Le travail du groupe B10 qui est interrogé dans cette séance, est présenté dans la partie 'déroulement de la séance'. Nous présentons ici le travail réalisé par les trois autres groupes :

Construction de la colonne d'indice : il s'agit dans cet exercice d'entrer les données successives quinquennales. Aucun groupe ne remplit cette colonne à l'aide d'une formule. Nous ne savons pas de quelle façon ils ont entré les données parmi les deux possibilités : soit la recopie des cellules, soit taper chaque année.

Calcul de l'augmentation quinquennale : Ce calcul est fait par les groupes A1 et A3. Le groupe A1 trouve d'abord la série de l'augmentation quinquennale par une formule d'écart entre les termes successifs (=C3-B3 en C4). Pour le calcul de moyenne de cette série trouvée, les élèves entrent une formule de la moyenne arithmétique. Il s'agit de la formule suivante : = (D4+E4+F4)/3.

Le groupe A3 calcule aussi la série de l'augmentation quinquennale par une formule d'écart (=B14-B13). Pour le calcul de moyenne, ce groupe utilise la fonction MOYENNE du tableur. Il s'agit donc de la formule suivante : =MOYENNE(C14 :C16).

Estimation de la population : Selon la fiche de travail, les élèves ont dû estimer la population en 1995 et en 2000 après le calcul d'augmentation moyenne quinquennale en considérant la croissance de la population comme linéaire. Nous trouvons ce calcul uniquement dans la fiche du groupe A1. Les élèves ajoutent le montant trouvé de l'augmentation moyenne à la population en 1990 par une formule ayant la référence absolue = F3+\$B\$7 (l'augmentation moyenne 1,32 en B7).

Sur la fiche du groupe A3, nous trouvons les valeurs pour la population en 1995 et en 2000. Nous constatons que les valeurs entrées ne correspondent pas aux valeurs obtenues avec l'augmentation moyenne trouvée sur la fiche. Mais nous n'avons aucun indice pour savoir comment celles-ci ont été calculées.

Présentation graphique : un seul groupe (A1) fait une représentation graphique pour placer les valeurs trouvées pour la population en 1995 et en 2000. Les élèves choisissent la ligne de la

population pour créer leur graphique. Ils choisissent le type de graphique 'courbes avec marques affichées à chaque point'. Ils obtiennent le graphique ci-dessous (Figure 107):

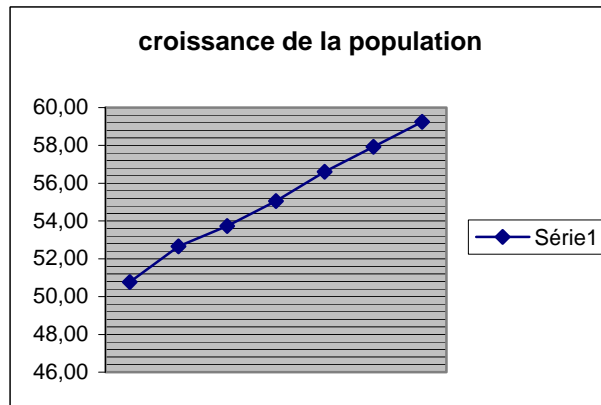


Figure 107

Calcul de pourcentage d'augmentation : Nous trouvons ce calcul dans la fiche du groupe A3. Les élèves calculent d'abord l'augmentation entre les populations précisées par une formule d'écart ($=B16-B13$), puis ils calculent, par une formule $=D16/B13$, le pourcentage correspondant à cette valeur. Ils affichent le résultat obtenu en format de pourcentage (7,50 %).

A la suite de la question et pour montrer que ce pourcentage correspond à une augmentation de 2,44%, les élèves trouvent une série du pourcentage d'augmentation correspondant à la série d'augmentation trouvée dans la question précédente ($= C14/B13$). Puis ils calculent la moyenne de cette série par la fonction du tableur ($=MOYENNE(F14 :F18)$) pour obtenir le pourcentage donné dans la question 2,44 mais les élèves obtiennent 2,34

Sur la fiche du groupe B7, nous trouvons seulement le calcul d'écart et de coefficient entre les termes successifs. Nous supposons qu'il s'agit d'appliquer la technique pour déterminer le type de croissance de la série.

III. Analyse quantitative des interventions

1. La séance en groupe

Dans cette séance de travail en groupe, 54 interventions sont repérées. La répartition des interventions entre trois catégories générales est présentée dans le schéma ci-contre.

Les interventions pédagogiques prédominent dans cette séance avec une fréquence de 41 %. Les interventions didactiques/mathématiques représentent 37 % de la totalité des interventions. Le 22 % des interventions porte

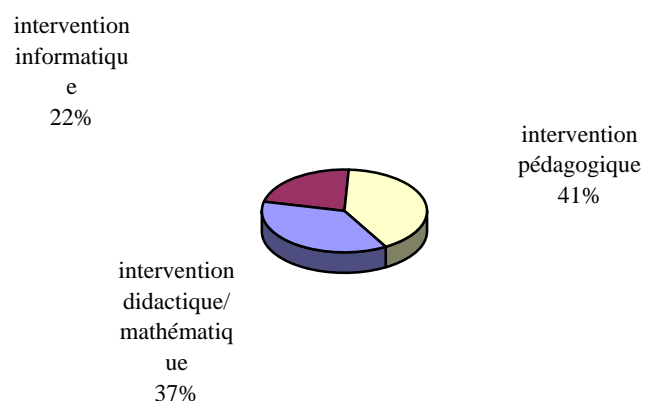


Figure 108. répartition des interventions de Mme P_{EX} en trois catégories dans la séance en groupe / La séquence

sur l'informatique.

Interventions informatiques :

<i>Interventions informatiques</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble des interventions
Aide informatique générale	1	8,33	1,85
Aide sur tableur	6	50	11,11
Indication technique	3	25	5,56
Explication informatique	2	16,67	3,7
<i>TOTAL</i>	12	100	22,22

Tableau 48. interventions informatiques de Mme P_{EX} / Séance en groupe de la séquence

Nous avons trouvé 12 interventions informatiques soit 22 % des interventions totales.

L'aide sur tableur représente la moitié des interventions informatiques, soit 6 interventions. Ces interventions concernent majoritairement le changement de format des cellules. Mme P_{EX} intervient d'abord dans la sélection des cellules, puis elle montre le changement de format à partir du menu. Quant aux interventions, l'une concerne l'enregistrement de feuille de calcul et une autre est relative au type de graphique à choisir sur l'assistant graphique.

Pour *L'indication technique*, nous trouvons 3 interventions qui portent chacun sur un différent sujet : l'utilisation de la fonction de MOYENNE, le changement de format et l'enregistrement de la fiche.

L'explication informatique représente 16,6 % des interventions informatique soit 2 interventions. La première explication de Mme P_{EX} concerne l'assistant graphique. Dans la construction d'un graphique, le tableur n'affiche pas les années sur l'abscisse mais des nombres commençant par 1, contrairement à ce que les élèves attendaient. Mme P_{EX} explique qu'il s'agit d'une application automatique de l'assistant graphique. La deuxième intervention porte aussi sur une explication d'affichage inattendu par un élève qui a appuyé sur une mauvaise touche.

Interventions didactiques/ mathématiques :

Nous avons repéré 20 interventions didactiques/mathématiques, soit 37 % des interventions totales.

Le tableau ci-dessous présente la répartition des sous-catégories :

<i>Intervention didactique/ mathématique</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble des interventions
Explication mathématique	1	5	1,85
Indication stratégique	18	90	33,33
Validation du travail	1	5	1,85
<i>TOTAL</i>	20	100	37,04

Tableau 49. interventions didactiques/mathématiques de Mme P_{EX} / Séance en groupe de la séquence

Les *indications stratégiques* prédominent très fortement dans cette séance avec une fréquence de 90%. Nous avons défini cette sous-catégorie comme les indications concernant les propositions et remarques de Mme P_{EX} pour la suite du travail. Dans cette séance, les indications stratégiques de Mme P_{EX} portent sur les conseils 'pédagogiques' conformément à l'objectif de la séance en groupe selon laquelle Mme P_{EX} insiste dans le travail en groupe et évite d'intervenir sur le travail. Les 13 interventions sur 18 concernent l'encouragement des élèves pour prendre des notes à discuter dans

la séance de bilan, pour chercher une cohérence dans la résolution en utilisant différentes méthodes plutôt qu'essayer d'obtenir une réponse 'exacte'. Les cinq autres interventions portent sur le calcul de pourcentage pour aider à déterminer la valeur par rapport à laquelle il faut calculer le pourcentage et sur la construction d'un graphique pour l'affichage de l'abscisse.

Quant aux deux autres sous-catégories, le nombre d'interventions n'est pas surprenant en raison de l'objectif de l'organisation de cette séance comme nous avons précisé dans le paragraphe précédent. Les interventions *explication mathématique* de Mme P_{EX} concernent un résultat inattendu par les élèves à cause des valeurs arrondies. La *validation* porte sur le calcul de pourcentage sur lequel le travail d'un groupe est resté bloqué.

Interventions pédagogiques :

Les interventions pédagogiques sont majoritaires dans cette séance avec une fréquence de 40,7 % des interventions totales. Nous trouvons une répartition quasi équilibrée entre les sous-catégories : 8 interventions pour le rappel au travail et la prise d'information et 6 interventions pour la mise en travail.

<i>Intervention pédagogique</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble des interventions
Rappel au travail	8	36,36	14,81
Prise d'information sur le travail	8	36,36	14,81
Mise au travail	6	27,27	11,11
<i>TOTAL</i>	22	100	40,74

Tableau 50. interventions pédagogiques de Mme P_{EX} / Séance en groupe de la séquence

Motiver les élèves pour la recherche d'exercices en rappelant l'examen du BAC qu'ils vont passer à la fin de l'année, encourager certains élèves à être actifs dans le groupe constituent le contenu des interventions du *rappel au travail*. Une intervention 'disciplinaire' auprès d'une élève conduit à quelques autres interventions pour les élèves du même groupe, cherchant à les centrer sur leur travail.

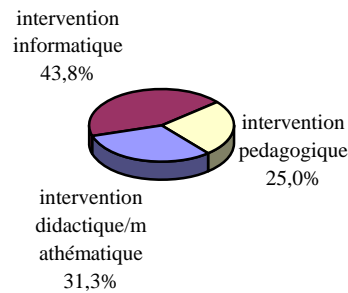
La *prise d'information* concerne les questions locales de Mme P_{EX} pour suivre le travail de chaque groupe.

La distribution de deux exercices sur deux fiches nécessite des interventions de Mme P_{EX} au début de la séance pour préciser le premier exercice à faire. Les 4 interventions de *mise au travail* concernent donc cette précision. Une intervention porte sur l'organisation des fichiers sur un ordinateur laissé lors du cours précédent. Une autre intervention porte sur l'insertion de deux élèves dans un autre groupe à la suite d'une intervention 'disciplinaire'.

2. La séance collective de bilan :

Nous avons pris en compte les interventions de Mme P_{EX} lors de la présentation du travail des deux groupes sur tableur.

32 interventions sont repérées dans cette dernière séance. Les interventions informatiques prédominent (43,8%). Les interventions didactiques/mathématiques représentent 31,3 % et les interventions pédagogiques représentent 25 % des interventions totales.



Regardons les contenus de ces interventions.

Interventions pédagogiques

Le nombre d'interventions pédagogiques reste inférieur à celui des deux autres types d'interventions.

La *mise au travail* représente la moitié des interventions. Mme P_{EX} intervient au début de la présentation du travail du deuxième groupe (choix du groupe, installation, recherche d'un fichier).

Le *rappel au travail* par Mme P_{EX} destiné à la classe pour faire suivre et contrôler le travail présenté a lieu pendant la présentation du travail du premier groupe.

<i>Interventions pédagogiques</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble d'interventions
Prise d'information sur le travail	1	12,5	3,13
Mise au travail	4	50	12,5
Rappel au travail	3	37,5	9,38
<i>TOTAL</i>	8	100	25

Interventions didactiques/ mathématiques

Les interventions didactiques/mathématiques représentent 31,25 % des interventions totales. Dans cette séance, *l'explication mathématique* prédomine fortement, avec 80 % des interventions didactiques/mathématiques. La majorité des explications concerne les intervalles de temps sur lesquels les séries sont déterminées : facilité du calcul sur les intervalles réguliers et le calcul à faire sur les intervalles non-réguliers pour la détermination du type de croissances, explication des calculs réalisés par les élèves, etc. Le calcul de pourcentage est rappelé également par Mme P_{EX} dans cette séance. Lors de l'interprétation graphique du type de croissances par le premier groupe, Mme P_{EX} évoque la différence entre 'une ligne' et 'une droite' et demande de faire attention plus particulièrement aux termes mathématiques utilisés dans la rédaction lors de l'épreuve de baccalauréat.

L'indication stratégique représente 20 % des interventions didactiques/mathématiques. Ces interventions portent sur l'indication du calcul de différence pour déterminer l'augmentation d'une série et sur la rédaction dans l'épreuve de baccalauréat

<i>Interventions didactiques/mathématiques</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble d'interventions
Explication mathématique	8	80	25
Indication stratégique	2	20	6,25
Validation du travail	-	0	0
TOTAL	10	100	31,25

Interventions informatiques

Les interventions informatiques prédominent dans cette séance de bilan et elles représentent 43,7 % des interventions.

L'indication technique représente la moitié des interventions. Ces indications de Mme P_{EX} portent sur les opérations du calcul, l'utilisation d'une formule pour réaliser un calcul, l'utilisation de la fonction Moyenne, l'utilisation d'une référence absolue, la recopie des cellules et le changement de format de cellule en pourcentage.

35,7 % des interventions informatiques concerne *l'aide de Mme P_{EX} sur tableur*. Ces aides consistent particulièrement à l'utilisation de l'assistant graphique du tableur et la fonction de Moyenne. Nous trouvons aussi des aides portant sur la réalisation de certains calculs simples sur tableur.

L'aide informatique générale qui représente 14 % des interventions porte notamment sur la recherche d'un document déjà enregistré sur le réseau.

<i>Interventions informatiques</i>	Nombre d'interventions	% dans cette catégorie	% dans l'ensemble des interventions
Aide informatique générale	2	14,29	6,25
Aide sur tableur	5	35,71	15,63
Indication technique	7	50	21,88
Explication informatique	-	0	0
TOTAL	14	100	43,75

Nous présentons les interventions de la séance du bilan dans un tableau récapitulatif.

Type d'interventions		Nombre d'interventions
<i>Intervention informatique</i>	Aide technique générale	2
	Aide technique sur le tableur	5
	Indication technique	7
	Explication informatique	-
	Total	14

<i>Intervention didactique/ mathématique</i>	Explication mathématique	8
	Indication stratégique	2
	Validation du travail	-
	Total	10
<i>Intervention pédagogique</i>	Prise d'information sur le travail	1
	Mise au travail	4
	Rappel au travail	3
	Total	8
TOTAL		32

Tableau 51. les interventions de Mme P_{EX} / La séance du bilan de la séquence

3.5. Conclusion

Cette séquence comporte une séance en groupe et une autre séance collective. Elle porte sur la modélisation de l'évolution des populations par la croissance linéaire ou exponentielle. Selon Mme P_{EX}, il s'agit d'un objectif essentiel du programme dans l'étude de la croissance et d'une entrée vers la notion de 'suites' dans l'esprit de la modélisation mathématique d'un phénomène. L'exercice traité dans les deux séances est un exemple donné dans une ressource pédagogique destinée aux professeurs de la classe de 1^{ère} L. Mme P_{EX} le considère donc comme un exercice "officiel" qui confirme pour elle la place importante de la modélisation dans les objectifs du programme. Pendant les deux séances de la séquence, Mme P_{EX} présente cet exercice aux élèves comme un sujet type de baccalauréat et elle intervient souvent dans la façon dont il convient de répondre et de rédiger lors de cet examen.

Pendant la première séance, lors du travail en groupe, les élèves avancent à leur rythme. Ceux qui posent des questions sur l'aspect mathématique de l'exercice, sont invités par Mme P_{EX} à faire une nouvelle recherche, à discuter dans le groupe et à prendre des notes. Mme P_{EX} intervient également pour aider les élèves en cas de difficulté concernant l'utilisation du tableur. Mais, elle n'intervient pas directement dans la conduite du travail ou en ce qui concerne les réponses à donner.

Le choix exprimé par Mme P_{EX} au cours de l'entretien préalable est de laisser les élèves décider de l'utilisation du tableur. Elle considère que cette utilisation doit s'imposer aux élèves lorsqu'ils ressentent le tableur comme le plus adéquat pour la tâche. Elle ne les invite donc pas explicitement à travailler sur tableur. En revanche, elle fait souvent référence, dans ses indications de mise au travail, aux possibilités de l'environnement à disposition des élèves : données déjà saisies, enregistrement dans un dossier, etc. Finalement, la moitié des groupes a travaillé sur le tableur dans cette séance.

La deuxième séance de la séquence concerne la correction de l'exercice dans une demi-classe. Deux groupes sont choisis pour présenter leur travail. Contrairement à la séance de bilan précédente, Mme P_{EX} leur demande explicitement d'utiliser le tableur pour cette présentation. Elle rappelle aussi aux autres élèves qu'ils doivent contrôler le travail présenté. Malgré cela, ces élèves sont peu actifs au cours de la séance qui est marquée par les interventions de Mme P_{EX}.

Le groupe présentant la première question ne prend pas en compte le graphique donné dans l'énoncé. Il est cependant nécessaire d'avoir ce graphique sur le tableur, de façon à placer une valeur, comme il est demandé dans l'énoncé. Mme P_{EX} fait donc construire ce graphique avec le tableur au début de la séance. L'élève supposé présenter son travail devient en fait un "sherpa"³² suivant les indications de Mme P_{EX} pour l'utilisation de l'assistant graphique. La situation est analogue à la correction du calcul de l'augmentation quinquennale que le groupe avait confondue avec l'augmentation annuelle.

Le deuxième groupe est sollicité pour les questions suivantes. A cause d'un problème d'enregistrement de la feuille de calcul, il ne lui est pas possible de présenter le travail effectué sur le tableur. Par conséquent, le groupe commence par la correction de la question sur la feuille de calcul d'un autre groupe. Le groupe qui présente a été choisi par Mme P_{EX} en raison d'une difficulté dans le calcul de pourcentage qu'elle a repérée lors du travail en groupe. Ceci permet à Mme P_{EX} d'expliquer de façon détaillée le calcul d'un pourcentage au tableau à l'aide d'un schéma de synthèse, avant de donner la parole au groupe. Elle demande à l'élève au clavier de transcrire ce schéma dans des formules sur la feuille de calcul de façon à calculer le pourcentage d'augmentation entre deux valeurs à l'aide de l'actualisation automatique du tableur. Pour finir, Mme P_{EX} fait le lien entre le pourcentage d'augmentation sur quinze ans qui vient d'être calculé avec le tableur et le pourcentage d'augmentation donné par l'énoncé sur cinq ans : le coefficient multiplicateur sur 15 ans est le cube du coefficient multiplicateur sur cinq ans.

Pendant la séance, Mme P_{EX} intervient dans les gestes de l'élève au clavier au point d'en faire un sherpa. Elle valorise l'utilisation de la référence absolue dans les formules et dans la fonction Moyenne, et la recopie des cellules pour saisir les données. Ses incitations sont faites par approche verbale indirecte en employant le vocabulaire courant (par exemple, être paresseuse pour inciter à la fonction de recopie, la magie du tableur pour exploiter l'actualisation automatique de la feuille de calcul).

On notera aussi la part donnée à l'interprétation mathématique des résultats obtenus par le tableur, notamment lors de la mise en relation de l'évolution sur cinq et quinze ans. Mme P_{EX} ne se contente pas des résultats demandés dans l'exercice. Elle met en valeur les propriétés sous-jacentes.

³² Le terme utilisé par L.Trouche. Il s'agit de' « un élément d'une orchestration instrumentale qui est un dispositif organisé dans le but d'orienter l'action instrumentée des élèves, favorisant l'interaction entre les différents instruments de la classe ».

« La configuration de cette orchestration repose sur la dévolution d'un rôle particulier à un élève de la classe : cet élève, appelé *l'élève-sherpa*, pilote la calculatrice rétroprojetée. Il va ainsi servir, à la fois pour le maître et pour la classe, de référence, de guide, d'auxiliaire et de médiateur » (Trouche, 2002)

IV. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons analysé les pratiques d'un professeur, Mme P_{EX} dont le rapport à l'utilisation des outils informatiques dans l'enseignement peut être considéré comme celui d'un *expert*. Il s'agissait d'un professeur participant à la recherche de l'IREM -Paris 7 depuis les années 80, membre du groupe TICE de la même institution. Connaissant la forte dimension informatique du programme de la classe de 1^{ère} L, elle s'est portée volontaire pour enseigner dans cette section dans laquelle elle n'avait jamais enseigné jusque là.

Cette conclusion s'organise autour de quatre questions : la conception qu'a Mme P_{EX} du rôle du tableur en relation avec les notions de croissance et de suite, la façon dont elle conçoit les activités dans sa classe, la manière dont elle gère ces activités, et enfin ses actions/interventions relatives aux techniques d'utilisation du tableur.

Croissance et suite : quel rôle pour le tableur ?

Le domaine mathématique abordé lors de nos observations, est l'enseignement de la notion de suite. Dans l'analyse des documents institutionnels (programme, texte d'accompagnement, manuels et les sujets de baccalauréat) concernant l'enseignement des mathématiques dans cette section, nous avons montré que la notion de suite est introduite en lien avec la notion de croissance. Un phénomène extra-mathématique est « modélisé » par un type de croissance qui est lui-même exprimé mathématiquement (« mathématisé ») par une suite : suite arithmétique (resp. géométrique) pour une croissance linéaire (resp. exponentielle).

Conformément aux instructions officielles, Mme P_{EX} introduit les deux notions de croissance et de suite. Elle choisit de séparer les deux notions en utilisant le vocabulaire des croissances pendant les 4 premières séances, puis en passant à la notion de suite et aux notations correspondantes pour les 6 dernières séances. Les quatre premières séances sont celles où le tableur a été utilisé par les élèves. Les exercices sont donnés à partir des phénomènes extra-mathématiques. Il s'agit principalement d'associer à ces phénomènes un type de croissance. Le tableur sert à calculer de nombreuses valeurs et à tracer des graphes pour montrer l'évolution du phénomène étudié et il permet des comparaisons. Les formules, notamment celles qui utilisent les références absolues, permettent de montrer qu'il existe des modèles communs à des situations différentes. Les éléments caractéristiques, le premier terme et la raison, sont sous-jacents, mais ils n'apparaissent pas en tant que tels.

Les séances sur la notion de suite portent sur des contenus plus classiques en mathématiques et utilisent la notation indicée habituelle. L'étude de phénomènes cède la place à l'exploitation des définitions mathématiques qui mettent en évidence les éléments caractéristiques : calculs de valeurs

à partir des éléments caractéristiques, ou, à l'inverse, calcul de ces éléments à partir des valeurs. Le travail fait sur les croissances prépare les définitions et leur exploitation.

Le tableur est ainsi associé à une étude « pré-mathématique » de phénomènes alors que le papier/crayon retrouve ses droits pour l'étude mathématique proprement dite. De plus Mme P_{EX} fait bien la différence entre les formules tableurs et les formules algébriques classiques quand il s'agit de traitements : ainsi, pour passer d'une formule tableur traduisant directement une augmentation en pourcentage à une formule tableur exprimant le même phénomène par un coefficient multiplicateur, Mme P_{EX} prend grand soin d'établir une formule algébrique pour montrer la factorisation qui permet ce passage. Elle précise aux élèves qu'une factorisation effectuée sur une formule tableur pourrait leur être reprochée.

Mme P_{EX} est confrontée à une difficulté qui est rarement prise en compte dans la littérature de recherche ou dans les textes officiels : ces textes soulignent l'intérêt des formules tableur pour développer une compréhension « algébrique » des phénomènes, mais ne précisent guère comment peut se faire le passage aux formulations algébriques classiques. Dans le cas de la 1^{ère} L, cette difficulté est amplifiée par le contexte de l'évaluation par le baccalauréat : les élèves pourraient être corrigés par un professeur particulièrement pointilleux. Cette difficulté peut être interprétée comme résultant d'une tension entre un pôle 'cognitif' où l'utilisation des outils informatiques rend plus tangible les notions mathématiques pour les élèves et un pôle 'institutionnel' où les valeurs classiques des mathématiques dominent.

Le choix de Mme P_{EX} est de séparer dans le temps les séances portant sur la notion de croissance et celles qui portent sur la notion de suite, et de réserver l'usage du tableur par les élèves aux premières. Le travail des élèves sur le tableur peut paraître ainsi limité dans le temps (seulement 4 séances sur les 10) et dans le domaine d'activité (l'exploration de phénomènes) mais cette limitation s'impose à Mme P_{EX} comme un moyen de gérer cette tension entre « cognitif » et « institutionnel ».

Gestion de l'activité des élèves

La conséquence du choix qui vient d'être souligné est que la partie traitée avec le tableur est conçue pour laisser de l'autonomie aux élèves pour l'exploration des phénomènes proposés dans les exercices, ce que Mme P_{EX}, appelle « faire acquérir aux élèves une attitude de travail de mathématicien ». C'est pour cela que l'étude des exercices commence par une séance de travail en groupe dans laquelle Mme P_{EX} intervient sur les méthodes de travail --faire une nouvelle recherche, discuter dans le groupe, prendre des notes, essayer d'autres démarches, raisonner—plutôt que sur les résultats obtenus. La séance de bilan en demi-classe doit permettre aux élèves de discuter et d'exposer leurs approches.

Le « rapport au tableur » qu'elle tente d'établir chez les élèves est aussi une conséquence de ce choix. Les élèves doivent ressentir d'eux-mêmes le tableur comme un outil adéquat pour l'exploration demandée. Le contrat que souhaite instaurer Mme P_{EX} a ainsi deux aspects liés entre

eux : l'exploration autonome d'un phénomène et l'utilisation pour cette exploration d'un outil informatique. Il est cohérent avec une conception « cognitive » de l'apport du tableur : les élèves sont en position de chercheur dans l'approche d'un domaine et utilisent un outil de manière réflexive.

L'observation montre que ce contrat est assez difficile à tenir dans les faits. Les élèves ont du mal à dépasser un contrat de type « résolution d'exercices » et dans ce contrat, le tableur n'est pas toujours l'outil le plus efficace. Mme P_{EX} est donc assez souvent contrainte de s'éloigner de la position qu'elle souhaiterait avoir. Au début, les rapports entre papier/crayon et tableurs sont assez équilibrés : une première exploration du phénomène est faite en papier/crayon pour ensuite passer au tableur lorsqu'il s'agit de calculer de plus grandes séries. Mais ensuite, Mme P_{EX} est contrainte de renforcer l'utilisation du tableur par un discours de type technophile qui peut paraître a priori contradictoire avec la position qu'elle veut faire adopter aux élèves. Elle intervient aussi plus directement qu'elle ne l'aurait souhaité dans le travail des élèves, notamment dans les phases collectives où l'élève choisi pour exposer sa recherche est souvent placé en position de « sherpa ».

Les techniques favorisées

Mme P_{EX} se montre ouverte aux différents usages des élèves dans la manipulation du tableur. Elle accepte facilement différentes techniques instrumentées. Ses interventions visent à montrer à un élève comment il peut appliquer de façon économique la technique qu'il a choisie plutôt qu'à lui imposer une technique « officielle ». Par exemple pour l'utilisation de la fonction de recopie, elle n'intervient pas sur la technique choisie par l'élève (soit menu, soit poignée). En revanche s'il s'agit de recopier en même temps plusieurs colonnes ou lignes, elle indique à l'élève comment il est possible de les sélectionner puis de les recopier.

Elle cherche à développer chez les élèves un usage efficace du tableur à l'aide de formules imagées : « être paresseux » pour inciter à la fonction de recopie, « la magie du tableur » pour exploiter l'actualisation automatique de la feuille de calcul grâce à l'utilisation de références absolues dans les formules. Ce type d'intervention permet à Mme P_{EX} de mettre l'accent sur les fonctionnalités importantes du tableur pour l'étude des croissances --recopie incrémentée et références absolues/relatives au-delà des différents gestes qui permettent de les mettre en œuvre. Sa grande maîtrise des environnements informatiques est un atout pour cela : elle n'est pas gênée par une connaissance insuffisante du tableur qui imposerait des limites aux conseils qu'elle peut donner.

Tentons pour conclure de discuter le « travail sur les techniques » conduit pendant les quatre séances observées. Comme nous venons de le voir, les interventions de Mme P_{EX} visent à ce que les élèves s'approprient certaines fonctionnalités du tableur et développent un usage efficace. Il semble donc à première vue que ce soit l'aspect *pragmatique* des techniques qui soit ainsi valorisé. Cependant les fonctionnalités de la recopie incrémentée et de références relatives/absolues peuvent

jouer un grand rôle dans la compréhension de l'idée de croissance arithmétique ou géométrique et des calculs associés. Les techniques ainsi promues ont donc potentiellement une valeur *épistémique* importante. Il est difficile, dans le cadre des observations réalisées, de voir comment cette valeur potentielle s'actualise et il est possible de penser que le choix de quitter le tableur lorsque l'on passe aux suites est un handicap pour cela.

CHAPITRE 6

*Les pratiques d'évaluation de
Mme P_{EX}*

I. Evaluation des connaissances-tableur des élèves par l'épreuve d'entraînement au baccalauréat

La question d'évaluation est étudiée depuis très longtemps par les chercheurs (par exemple les travaux de Pieron, Allal, Cardinet, Perenoud, De Ketele,...) dans différentes approches (psychologique, psychométrique, etc.) L'évaluation des apprentissages concerne deux types d'objectifs : objectifs pédagogiques (évaluation formative) portant sur les fonctions de diagnostic, d'accompagnement, de régulation, d'information ou de regroupement par habilités et objectifs administratifs (évaluation sommative) portant sur les fonctions de sanction des études, de certification, de sélection et de communication avec les parents (Forgette-Giroux et autres, 1996).

Une recherche récente menée par la Direction de l'Evaluation et de la Prospective (DEP, 2004) auprès des enseignants de collège sur leurs pratiques d'évaluation, montre que, pour eux, l'évaluation est une pratique à laquelle ils consacrent une bonne partie de leur activité (30%). La même recherche indique aussi que les pratiques évaluatives des professeurs sont individualistes (ils fixent eux-mêmes le calendrier des évaluations, préparent seul les contenus, utilisent des ressources personnelles, il n'existe pas d'approche collective dans l'établissement, et très peu de prise en compte des autres disciplines, etc.)

Dans l'un des premiers travaux sur l'évaluation en didactique des mathématiques, Chevallard (1986) souligne la dimension sociale, au sein de la classe, des pratiques d'évaluation du professeur : il s'agit d'un processus de négociation entre le professeur et les élèves. Dans ce processus, ce ne sont pas seulement les élèves, mais aussi le professeur qui est évalué comme étant plus ou moins exigeant par les autres acteurs du système d'enseignement (les autres professeurs, les parents) à travers le taux de réussite et d'échec des élèves. Le professeur doit donc en tenir compte en régulant la distribution des résultats parmi les élèves (il doit obtenir une moyenne ni trop haute, ni trop basse, ni une classe trop hétérogène, etc.) Les assujettissements auxquels le professeur est soumis caractérisent donc ses pratiques d'évaluation qui restent assez mal connues.

Ainsi, l'évaluation des apprentissages est une composante à la fois importante et problématique des activités d'enseignement du professeur. Nous envisageons dans ce chapitre d'étudier comment cette composante existe dans le cas d'un enseignement utilisant un outil technologique tel que le tableur. Pour cela, nous allons étudier les épreuves sur table (« contrôles »)³³ données par Mme P_{EX} au cours de notre période d'observation.

Nous analyserons ces épreuves à partir des questions proposées aux élèves, des réponses qu'ils y apportent et du jugement porté par Mme P_{EX} sur ces réponses.

Nous faisons intervenir dans cette analyse le contexte institutionnel où a lieu cet enseignement en ce qu'il impose certaines modalités à l'évaluation terminale. La présence du baccalauréat à la fin de cette classe impose en effet des modalités d'entraînement à l'épreuve prenant en compte les types de questions posées à cet examen. Le choix fait par l'institution d'un examen sans ordinateur impose que des questions posées en papier/crayon évaluent une connaissance du tableur et une partie des sujets comportent de telles questions.

II. Présentation du recueil de données

Pendant notre observation de classe, Mme P_{EX} a fait deux épreuves sur table. La première a eu lieu en février après l'étude de la croissance et avant de passer à la notion de 'suites'. La deuxième a eu lieu à la fin de notre observation qui correspond à la fin de l'étude de 'suites' en mars. Les copies de ces deux épreuves ont été récupérées avant la correction par le professeur. Après notre observation et jusqu'à la fin de l'année scolaire, les élèves ont passé trois nouvelles épreuves. Les copies des élèves ces trois épreuves nous ont été transmises par Mme P_{EX}, non corrigées pour la première épreuve et corrigées pour les deux dernières.

Les épreuves ont été réalisées dans les conditions du baccalauréat (cf. chapitre 2): elles ont duré une heure et demie et ont donné lieu à l'usage d'une calculatrice mais pas à celui du tableur. Par ailleurs, certains sujets proposés par Mme P_{EX} étaient choisis dans les annales des années précédentes.

Le tableau ci-dessous récapitule les données concernant ces épreuves :

		Date	Classification (voir chapitre II)	Sujet du baccalauréat	Nombres de copies d'élèves	Thèmes de sujets	Copies
Période de notre observation	Epreuve 1	5/02/2003	Groupe I-A/		27	Exercice 1 (14 points) : <i>croissance linéaire et exponentielle / tableur</i> Exercice 2 (6 points) : <i>notions statistiques (moyen/médian)</i>	Récupérées Non corrigées

³³ qui ne constituent que la partie la plus visible de pratiques d'évaluation, celle qui nous est la plus facile d'observer.

	Epreuve 2	12/03/2003	Groupe I-A	session mars/2002 Pondichéry	28	Exercice 1 (12 points) / Exercice 2 (8 points) <i>Suite arithmétique et géométrie / tableur</i>	Récupérées Non corrigées
Après notre observation	Epreuve 3	/04/ 2003	Groupe I-B	session septembre 2002 France	29	Exercice 1 (10 points) : <i>Information chiffrée/ tableur</i> Exercice 2 (10 points) : <i>Croissance linéaire et exponentielle</i>	Transmises Non corrigées
	Epreuve 4	7/05/2003	Groupe I-B		25	Exercice 1 (8 points) : <i>information chiffrée</i> Exercice 2 (8 points) : <i>tableur</i> Exercice 3 (14 points) : <i>notions statistiques (moyen/diagramme en boîte)</i>	Transmises Corrigées
	Epreuve 5	28/05/2003	Groupe I-A	session juin /2001 France	24	Exercice1 (8 points): <i>croissance exponentielle / suite géométrique /tableur</i> Exercice 2 (12 points) : <i>notions statistiques (moyen/médiane/écart type/ quartiles)</i>	Transmises Corrigées

Tableau 52. Fiche de présentation des épreuves faites par Mme P_{EX}

A. EPREUVE 1

27 élèves sur 29 étaient présents.

La présentation et l'analyse du sujet

Le sujet contient deux exercices. Le premier exercice qui vaut 14 points, concerne la croissance et l'utilisation du tableur. Le deuxième exercice (6 points) porte sur les notions de statistiques (médiane, quartiles, moyenne, etc.).

Voici l'énoncé et l'annexe de l'exercice qui nous intéresse.

Classe 1 L₁

mercredi 5 février 2003

Contrôle n° 6

*Les calculatrices sont autorisées, les téléphones portables sont interdits.***« La qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies »(bac 2001)****Exercice 1 (14 points)**

Le tableau ci-dessous concerne le chiffre d'affaires de l'électroménager en France , exprimé en milliards de Francs.

	électroménager:chiffre d'affaires en milliards de Francs					
année	1990	1996	1997	1998	1999	2000
production	17,8	21,9	22,9	23,6	24	24,2
exportation	9,9	15	16,1	17,4	17,6	18,6
importation	14,6	15,4	16,2	17,5	18,5	20
marché français	22,2	22,4	23	23,7	24,9	25,6

Ces données sont illustrées par un diagramme donné en annexe 1.

On veut estimer le chiffre d'affaires en 2001 et 2002.

1) Sur le graphique donné en annexe 1 :

- a) Porter les noms des axes et les légendes des différentes courbes.
 b) Pour chacune des 4 séries représentées, dire si elle correspond à une croissance linéaire, exponentielle ou autre.

2) Les données ci-dessus ont été enregistrées sur un tableur.

Un extrait du tableau est donné en annexe 2 :

- a) Que représentent les nombres situés dans les cellules D4, E4, F4, G4 et H4 puis D10, E10, F10, G10 et H10 ?
 b) Calculer l'augmentation moyenne annuelle du chiffre d'affaires de l'importation d'électroménager entre 1996 et 2000.
 c) Quelles formules ont été inscrites en D8, D9 et D10 ?
 Dans quelles cellules ont-elles été recopiées ?

3) On fait l'hypothèse que la croissance du chiffre d'affaires de l'électroménager sur le marché français est linéaire de 1996 à 2000.

Prévoir le chiffre d'affaires en 2001 et 2002.

Placer les valeurs trouvées en vert sur le graphique (annexe 1)

4) On fait l'hypothèse que la croissance du chiffre d'affaires de l'électroménager sur le marché français est exponentielle de 1996 à 2000.

Prévoir le chiffre d'affaires en 2001 et 2002.

Placer les valeurs trouvées en bleu sur le graphique (annexe 1)

5) On suppose que le chiffre d'affaires des importations d'électroménager augmente de 7% tous les ans à partir de 2000.

Prévoir le chiffre d'affaires des importations d'électroménager pour les années 2001 et 2002.

Placer les valeurs trouvées en rouge sur le graphique (annexe 1).

Question 1. Il s'agit de la lecture graphique à partir des données numériques et de la détermination du type de croissance à partir des représentations graphiques.

Question 2. Cette question est la seule qui concerne les connaissances du tableur dans ce sujet.

a. Les cellules D4, E4, F4 et G4 représentent la variation absolue de deux termes successifs d'une série de données et la cellule H4 représente l'augmentation moyenne de cette série. Les cellules D10, E10, F10 et G10 correspondent au coefficient multiplicateur et la cellule H10 est la moyenne de ces valeurs.

Il faut préciser que dans la feuille de calcul la colonne de H , qui correspond à des moyennes est insérée entre les colonnes G et I qui correspondent à deux années successives. Le seul repère est que H2 ne contient pas une année, ce qui peut être difficile à identifier par les élèves.

b. Dans cet item, il est demandé de calculer l'augmentation moyenne d'une série dont les valeurs sont à lire sur la feuille de calcul. En fait, cet item ne concerne pas directement le tableur. Mais il

pourrait permettre aux élèves d'identifier le calcul réalisé dans ligne 4 et ligne 8 des colonnes D,E, F, G et H.

c. Les élèves doivent reconnaître ici les formules-tableur permettant d'obtenir les valeurs affichées dans les trois cellules D8, D9 et D10. Ces formules correspondent respectivement à la variance absolue/ augmentation annuelle, la variance relative/ taux d'augmentation et le coefficient multiplicateur. Voici les formules possibles pour ces cellules et les cellules dans lesquelles elles sont recopiées :

- en D8, « = D7-C7 » recopiée en E8,F8 et G8
- en D9, « =(D7-C7)/ C7 » ou « =D10-1 » recopiée en E9,F9 et G9
- en D10, « =D7/C7 » ou « =D9+1 » recopiée en E10,F10 et G10

Ainsi, par la lecture et l'interprétation de la feuille de calcul, les élèves doivent montrer qu'ils savent identifier une cellule par son adresse, reconnaître le calcul qui y est effectué et établir une formule tableur pour ce calcul.

Questions 3 et 4. Ces deux questions portent sur la validité de la modélisation d'un phénomène à l'aide des modèles de croissance. On fait d'abord l'hypothèse d'une modélisation par la croissance linéaire puis par la croissance exponentielle du même phénomène (ici le chiffre d'affaire de l'électroménager sur le marché français). Les élèves doivent donc calculer l'augmentation moyenne puis le coefficient multiplicateur moyen afin de prévoir les valeurs pour les deux années demandées dans l'énoncé. Ensuite, les valeurs trouvées sont à placer sur un graphique.

Question 5. Il est demandé, dans cette dernière question, de prévoir les valeurs des années demandées mais cette fois-ci à partir du taux d'augmentation donné. Il s'agit donc d'un calcul à partir d'un pourcentage.

En conclusion, les questions proposées dans le sujet sont des questions sur lesquelles les élèves ont déjà travaillé en classe (la prévision des termes suivants à partir du model de croissance linéaire et exponentielle). La feuille de calcul donnée dans l'annexe contient les mêmes calculs réalisés pour l'étude du type de croissances (le calcul de variation absolue et relative).

D'autre part, selon notre classification du sujet (cf. chapitre II), il s'agit donc d'un sujet du Groupe I-A / Question-tableur liée. La question Q2 dans la quelle toutes les questions-tableur se regroupent, se focalise sur l'identification des calculs réalisés et la détermination des formules-tableur correspondant à ces calculs. Ainsi, elle pourrait être considérée comme une indication pour les élèves qu'il convient d'interpréter et de déterminer une démarche de résolution pour la question 3 et la question 4 à partir cette identification des cellules.

Résultats issus des copies des élèves

Analyse quantitative des résultats :

		correcte		incomplet		faux		Pas de réponse	
		effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%
Q1	a	18	66,7	7	25,9	2	7,4	-	-
	b	7	25,9	19	70,4	1	3,7	-	-
Q2	a	8	29,6	16	59,3	1	3,7	2	7,4
	b	15	55,6	-	-	9	33,3	3	11,1
	c	8	29,6	7	25,9	6	22,2	6	22,2
Q3		9	33,3	10	37	4	14,8	4	14,8
Q4		8	29,6	-	-	5	18,5	14	51,9
Q5		17	63	-	-	3	11,1	7	25,9

Tableau 53. Résultats quantitatifs de l'Exercice 1 /Epreuve 1

Les lignes en gris présentent les questions-tableur

Le tableau ci-dessus montre les résultats effectifs pour toutes les questions du sujet. Selon ce tableau, les questions les mieux réussies sont les suivantes : nous constatons que plus de la moitié des élèves donnent une bonne réponse aux questions Q1a (la lecture du graphique), Q2b (le calcul d'augmentation moyenne d'une série) et Q5 (la prévision d'une valeur d'une série à partir du pourcentage d'augmentation donné). Les questions Q1b (la détermination du type de croissance à partir du graphique) et Q2a (l'identification du calcul effectué dans les cellules données) sont totalement ou partiellement réussies par la quasi-totalité des élèves. Parmi les questions les mieux réussies, seule Q2a est une question-tableur.

La réussite (totale ou partielle) dans la question Q3 (la prévision des valeurs d'une série à l'aide de la croissance linéaire) concerne trois quarts des élèves et dans la question Q2c (écrire d'une formule-tableur) un peu plus de la moitié des élèves.

La question Q4 (la prévision des valeurs d'une série à l'aide de la croissance exponentielle) est très peu réussie. Les deux tiers des élèves échouent à répondre à cette question.

L'analyse quantitative des questions mathématiques permet de distinguer des connaissances des élèves comme bien assimilées (lecture graphique, calcul de pourcentage), assez bien assimilés (croissance linéaire) et peu assimilés (croissance exponentielle).

L'analyse quantitative des questions-tableur indique que des connaissances de calculs-tableur sont mieux acquises par les élèves que celles de formules-tableur qui sont assimilés seulement par la moitié des élèves.

Les réponses aux questions-tableur :

Nous présentons seulement l'analyse qualitative des questions-tableur.

Identification des calculs effectués dans les cellules précisées (Q2 a)

Dans cette première question-tableur, les élèves avaient à reconnaître les calculs qui sont effectués dans les cellules précisées à partir de la feuille de calcul donnée. Selon le résultat quantitatif, 29,6 % des élèves donnent une réponse correcte. Mais nous avons considéré la majorité des réponses comme incomplètes, soit 59,3 %, : les élèves déterminent facilement le calcul de variance absolue dans les cellules demandées sur la ligne 4. Mais, la détermination des cellules sur la ligne 10 présentant le calcul de coefficient multiplicateur est laissée sans réponse par 22,2 % des élèves. Le pourcentage élevé des réponses incomplètes vient d'une erreur fréquente que nous avons pu constater sur les copies. En effet, lorsqu'il s'agit du calcul fait dans la colonne H, le changement du calcul dans la colonne n'a pas été remarqué par les élèves. Nous avons alors considéré cette réponse comme incomplète plutôt qu'une réponse fausse. 11 élèves, soit 40,7 %, présentent donc leur réponse pour toute la ligne 4 (Ils indiquent les cellules par exemple en disant « les cellules de D4 à H4, ... »).

	Complet	Incomplet		faux	Pas de réponse
		ligne 10	Colonne H		
Q2a	8 / 29,6%	6 / 22,2%	11 / 40,7%	1 / 3,7%	2 / 7,4%

Tableau 54. Résultats quantitatifs de la question 2a dans l'Epreuve 1

Ligne 10 : la réponse manquante pour les cellules de la ligne 10

Colonne H : la réponse dans laquelle les élèves ne distinguent pas la colonne H

Comme nous avons déjà précisé, cette question portait sur l'identification des calculs réalisés. Dans les réponses, nous avons trouvé trois types d'explication pour réaliser cette identification :

- *utilisation des termes mathématiques ou explication des opérations mathématiques réalisées* : Nous avons précisé au début de notre analyse que la détermination d'une terminologie mathématique dans le chapitre de croissance était un peu problématique pour nous. Parce que nous avons constaté que cette détermination variait non seulement d'un manuel à l'autre mais aussi d'un professeur à l'autre ou encore d'une séance à l'autre d'un même professeur.

Nous trouvons cette différence de terminologie dans les réponses des élèves pour cette question. Le tableau ci-dessous présente les termes utilisés par les élèves :

<i>Ligne 4 (D4/E4/F4/G4)</i>	Différence /écart/soustraction (8 réponses) Variance absolue (6 réponses) Augmentation (2 réponses) Valeur /nombre ajouté (2 réponses) Bénéfice (1 réponse) Variance linéaire (explication avec la différence) (1 réponse) Valeur intervalle d'augmentation (1 réponse)
----------------------------------	---

Ligne 10 (D10/E10/F10/G10)		Coefficient multiplicateur (9 réponses) Variance relative (4 réponses) Division (2 réponses) Nombre avec lequel la valeur précédente est multiplié Variance d'augmentation annuelle
Colonne H	Cellule H4	Variation absolue moyenne (1 réponse) Moyenne d'écart /différence (3 réponses)
	Cellule H10	Moyenne de CM (2 réponses)
	Mixte	Augmentation moyenne (3 réponses) Moyenne de valeur trouvée / de cellules (3)/ moyenne (1 réponse)

Tableau 55. Terminologie utilisée par les élèves

- *écriture des formules/tableur* : 7 élèves donnent toutes les formules pour chaque cellule de D4 à H4 et de D10 à H10. Les élèves se contentent de donner les formules seulement pour les premières cellules de chaque ligne (D4 et D10). Dans deux types d'explication, l'idée de recopie de formules dans les cellules suivantes n'est pas abordée. Dans l'analyse de l'item c ci-dessous, nous précisons les types de formules-tableur donnés par les élèves.

- *réalisation des calculs* : les élèves font des calculs pour préciser l'identification des cellules. Nous trouvons tous les calculs demandés dans les copies de deux élèves. Les autres donnent une réponse seulement pour les premières cellules de chaque ligne.

Écriture des formules-tableur dans les cellules précisées (Q2c)

La question 2Qc demandait d'écrire les formules des cellules D8, D9 et D10. Dans le chapitre II, nous avons montré que la connaissance essentielle évaluée dans les épreuves de baccalauréat était toujours relative à une formule-tableur (détermination/construction d'une formule, explication d'une procédure sur tableur, etc.).

Nous analysons les réponses des élèves sous deux angles : le type de formule proposé et la syntaxe utilisée.

Nous donnons d'abord les résultats effectifs pour les trois formules-tableurs demandées. 6 élèves sur 27 n'ont pas répondu à cette question. Voici la répartition des réponses données par les 21 élèves restants :

D8 (variance absolue /augmentation annuelle)			D9 (variance relative/ taux d'augmentation)			D10 coefficient multiplicateur		
correcte	fausse	Pas de réponse	correcte	fausse	Pas de réponse	correcte	fausse	Pas de réponse
19	1	1	8	5	8	18	2	1

Tableau 56. résultats quantitatifs de la question 2c dans l'Epreuve 1

Une grande majorité des élèves détermine facilement les formules-tableur en cellule D8 et en cellule D10. En revanche, seulement 8 élèves ont pu définir la formule-tableur en cellule D9. Nous devons nous rappeler que lors l'étude de la croissance en classe, le calcul du coefficient multiplicateur était plus utilisé que le calcul de variance relative qui n'a été abordé que dans la dernière séance.

- Les types de formules proposées par les élèves

D8 (variance absolue /augmentation annuelle)		D9 (variance relative/ taux d'augmentation)		D10 coefficient multiplicateur	
Type de formule	Nombre d'élèves	Type de formule	Nombre d'élèves	Type de formule	Nombre d'élèves
= D7-C7	19 élèves	= D10-1	4 élèves	= D7/C7	15 élèves
		=(D7-C7)/C7	2 élèves	=D9+1	=(D7- 4 élèves
		= D8/C7	2 élèves	C7)/C7+ 1	1 élève

Tableau 57. les formules données par les élèves pour la question 2c dans l'Epreuve 1

Ce tableau nous montre que les élèves arrivent à construire des nouvelles formules à partir d'une feuille de calcul donnée ainsi que les formules-tableur simples et souvent utilisées en classe. D'autre part, ils écrivent aussi leurs formules-tableur à partir de l'observation des résultats d'autres calculs : Pour la cellule D9(variance relative) certains élèves proposent une formule en se référant à la cellule D10 (coefficient multiplicateur) et certains élèves proposent une formule pour la cellule D10 en se référant à la cellule D9. Pour la cellule en D9 ils donnent une formule en se référant à la cellule D8.

- la syntaxe utilisée : le travail sur tableur permet aux élèves de voir tout de suite leur oubli ou leur erreur syntaxique à partir des résultats affichés sur l'écran. En revanche, dans la correction des copies du baccalauréat par les académies, la syntaxe utilisée est notée ou sanctionnée (APMEP 443). Cela nous conduit à étudier la syntaxe utilisée par les élèves.

Nous commençons par l'utilisation du symbole d'égalité « = ». Pour réaliser un calcul sur tableur soit par une formule soit par les nombres, il faut toujours saisir le symbole « = ». Il s'agit donc d'un geste essentiel sur tableur. Dans les copies des élèves, nous trouvons trois façons d'écrire une formule-tableur en papier/crayon :

- avec « = » (par exemple, =D7-C7 en D8)

- sans « = » (par exemple, D7-C7 en D8)

- une formule équation, c'est-à-dire en mettant la cellule dans laquelle la formule est saisie au début de la formule (par exemple, D8=D7-C7)

Ces trois écritures apparaissent dans cette première épreuve: 8 élèves indiquent correctement l'écriture des formules sur tableur en mettant le symbole « = » devant les formules, 7 élèves utilisent l'écriture 'formule équation' et 6 élèves n'utilisent pas ce symbole.

Quant aux symboles d'opérations mathématiques, pour l'opération du symbole de division, la majorité des élèves utilise la syntaxe du tableur (9 /). Mais nous trouvons aussi le symbole de papier/crayon (4 ÷, 1 : et 1 -).

Bilan de l'épreuve 1

La date de l'épreuve : l'épreuve est réalisée à la fin de l'étude des croissances que les élèves rencontraient pour la première fois. L'objectif de cette partie du cours pour Mme P_{EX} était de

préparer le passage à l'étude de la notion de 'suites'. Avant de faire ce passage, cette épreuve permet donc à Mme P_{EX} de faire une mise au point sur les points essentiels du cours.

La notation : comme à l'épreuve de baccalauréat, les vingt points se répartissent entre deux exercices. Mme P_{EX} accorde très peu de points au deuxième exercice portant sur les notions de statistique que nous n'étudions pas ici. Ainsi la majorité des points est attribuée au premier exercice, relatif à l'étude de croissances.

Le sujet choisi : les questions proposées dans cette première épreuve sont conformes aux objectifs de Mme P_{EX}. Il s'agit d'une part, en posant des questions semblables à celles qui sont étudiées en classe, de conforter les élèves face à une notion qu'ils viennent de rencontrer. Il s'agit d'autre part de préparer les élèves à l'épreuve de baccalauréat de les familiariser avec cette épreuve, notamment avec les questions portant sur le tableur. Dans ces questions-tableur, il s'agit de reconnaître les calculs réalisés sur tableur à partir d'une feuille de calcul déjà remplie.

La feuille de calcul présente l'étude de l'évolution de deux séries chronologiques. Elle contient donc des calculs correspondant à cette étude. Il s'agit de la recherche de la variation absolue et de la variation relative. Si la première est constante, les élèves doivent conclure qu'il s'agit d'une croissance linéaire, si la seconde est constante, les élèves doivent conclure qu'il s'agit d'une croissance exponentielle. Les élèves s'appuient sur ces deux techniques mises en œuvre en classe par Mme P_{EX} pour déterminer le type de croissance. La feuille de calcul contient aussi une série dont les variations absolues et relatives ne sont pas constantes et il est demandé de calculer la moyenne de façon à faire une prévision. Les élèves n'ont pas travaillé en classe sur ce type de situation.

Les réponses des élèves.

La majorité des élèves ont réussi les questions étudiées en classe. Les élèves sont en particulier capables de reconnaître facilement les calculs de variation absolue et de variation relative réalisés sur tableur à partir d'une feuille de calcul qui contient les résultats de ce type d'étude. Mais pour les questions qui n'ont pas été vues en classe, la plupart des élèves ne donnent aucune réponse ou très peu des élèves arrivent à donner une bonne réponse.

L'identification des calculs sur la feuille de calcul est faite en utilisant majoritairement des termes mathématiques variés. Une identification par les formules-tableur et par la réalisation du calcul apparaît aussi dans les réponses des élèves.

La réussite aux questions demandant l'écriture de formules-tableur est elle-aussi élevée : la quasi-totalité des élèves donne une bonne formule pour la variation absolue et le coefficient multiplicateur.

Concernant la syntaxe utilisée pour les formules-tableur, demandées ici en papier/crayon, l'utilisation correcte du symbole d'égalité devant la formule représente un tiers des réponses. Un

tiers des réponses contient aussi le symbole d'égalité dans les formules mais il est précédé de la référence à la cellule qui doit contenir la formule comme c'est le cas pour une définition mathématique. La majorité des élèves utilisent le symbole du tableur pour l'opération de division dans les formules.

Nous constatons aussi que l'identification du lien entre les questions-tableur et d'autres questions plus directement mathématiques dans la structure du sujet n'est pas évidente pour les élèves. Ces questions se succèdent dans une même étude et donc nous pensions que la feuille de calcul présentée et l'étude de cette feuille par des questions-tableur, faciliteraient aux élèves la résolution des questions plus directement mathématiques qui les suivent. Mais les réponses des élèves montrent que les élèves étudient des questions-tableur comme des questions à part.

B. EPREUVE 2

La deuxième épreuve a eu lieu après l'étude de la notion de 'suites'. Nous avons 28 copies d'élèves.

La présentation et l'analyse du sujet

Il s'agit d'une partie de l'épreuve de baccalauréat de la session mars 2002/ Pondichéry. Les deux exercices du sujet portent sur la notion de 'suites'. Le premier exercice contient cinq questions et vaut 12 points. Le deuxième exercice est un questionnaire aux choix multiples en huit questions qui valent au total 8 points.

Exercice 1 : Voici l'énoncé du premier exercice :

EXERCICE N°1 (12 points)

Un journal, vendu exclusivement sur abonnement, possède 25 000 abonnés au début de l'année 2000.
Le service des abonnements estime que, d'une année sur l'autre, d'une part, 80% des lecteurs renouvellent leur abonnement et, d'autre part, qu'il y aura 20 000 nouveaux abonnés.
On note 0 l'année de référence 2000. Les années suivantes sont notées 1, 2 ...

1) **Dans le tableau ci-dessous :**
a) Vérifier que le nombre estimé d'abonnés en 2001 sera de 40 000.
b) Compléter, **sur la feuille annexe**, la ligne 2 du tableau, donnant le nombre d'abonnés.

	A	B	C	D	E	F	G
1 année n	0	1	2	3	4	5	
2 abonnés	25 000	40 000					

Les colonnes sont repérées par des lettres : A, B, C... ; les lignes sont repérées par des nombres : 1, 2, 3... Ainsi la référence B3 repère la cellule se trouvant à l'intersection de la colonne B et de la ligne 3.

c) Si l'on utilisait ce tableau pour compléter le tableau précédent, quelle formule devrait-on écrire dans la cellule C2 et recopier vers la droite jusqu'en G2 ?

2) **On note U_n le nombre estimé d'abonnés durant l'année n .**
a) Cette suite (U_n) est-elle arithmétique ? Justifier la réponse.
b) Cette suite (U_n) est-elle géométrique ? Justifier la réponse.
c) Exprimer U_{n+1} en fonction de U_n .

3) Le directeur souhaite 100 000 abonnés pour rentabiliser son entreprise. Il calcule alors, pour chaque année à venir, la différence V_n entre son objectif, 100 000, et le nombre estimé U_n d'abonnés. On a donc $V_n = 100\,000 - U_n$.
a) Calculer V_0 .
b) Dans la cellule B3, quelle formule doit-on écrire, puis recopier vers la droite dans le tableau ci-dessous, pour compléter la ligne 3 ?

	A	B	C	D	E	F	G
1 année n	0	1	2	3	4	5	
2 abonnés U_n	25 000	40 000					
3 V_n		75 000					

c) Compléter la ligne 3 du tableau sur la feuille annexe.

4) Dans cette question, on étudie la nature de la suite (V_n) .
a) Compléter la ligne 4 du tableau figurant sur la feuille annexe.
b) Que peut-on conjecturer pour la suite (V_n) ?
c) En admettant que cette conjecture est vérifiée, montrer que $V_n = 75\,000 \times 0,8^n$.

5) a) En déduire U_n en fonction de n .
b) Combien d'abonnés peut-on estimer en 2010 ?

Question 1. Les deux premiers items (a et b) de la question concerne le calcul de termes de la série. Il est demandé d'abord de vérifier le premier terme puis le calcul des termes suivants en complétant le tableau dans l'annexe.

Pour le calcul de termes, les élèves doivent trouver d'abord le 80 % du terme précédent puis ajouter 20000. Le pourcentage donné dans l'énoncé ne correspond pas au pourcentage d'augmentation. Mais il est possible que les élèves puissent l'interpréter comme un pourcentage d'augmentation en prenant un coefficient multiplicateur 1,8 et pas 0,8.

Le dernier item (c) est le passage du papier/crayon au tableur. D'abord, l'adresse d'une cellule sur une feuille de calcul est expliquée selon le style A1. Ensuite, les élèves doivent interpréter le calcul des termes pour compléter le tableau donné dans la question précédente par une formule-tableur.

Voici les formules-tableur attendues : soit, les élèves peuvent utiliser les constants pour le pourcentage et le montant à ajouter et une référence relative pour designer la valeur précédente dans une formule. Il s'agit donc d'une formule $=B2*0,8 + 20000$ (ou 80/100 pour le pourcentage). Pour le pourcentage, il est possible aussi d'écrire directement le pourcentage en utilisant le symbole de pourcentage. Le tableur peut calculer un pourcentage à partir de ce type de syntaxe. Autrement dit, les élèves peuvent écrire directement le pourcentage dans une formule comme il est indiqué dans l'énoncé. La formule devient donc $=B2*80\%+20000$.

Soit, ils peuvent proposer les références absolues pour les constants en indiquant les nombres dans une cellule. Par exemple, en plaçant 0,8 en J1 et 20000 en K1, la formule-tableur devient donc $=B2*\$J\$1 +\$K\1 . Il est possible aussi d'employer une seule référence absolue et un constant dans une formule (par exemple $=B2*\$J\$1+20000$).

Question 2. Dans cette question, le phénomène donné dans l'énoncé est modélisé par une suite U_n . Les élèves doivent d'abord déterminer le type de suites à partir de l'étude sur la raison. C'est-à-dire s'il y a une raison constante ajoutée ou multipliée à chaque terme. Il s'agit d'une suite arithmétique dans le premier cas et d'une suite géométrique pour le deuxième. Pour cette question, la suite U_n n'est ni arithmétique ni géométrique.

Ensuite, les élèves doivent déterminer une formule récurrente de cette suite, autrement dit, ils doivent exprimer U_{n+1} en fonction de U_n . En fait, les élèves ont travaillé sur cette relation récurrente dans la question précédente par une formule-tableur. Il s'agit ici d'écrire cette formule-tableur en utilisant la notation mathématique concernant la suite, qui est indicielle dans cette question (par exemple, $U_{n+1} = 0,8 \times U_n + 20000$).

Question 3. Une nouvelle suite V_n est définie à partir de la suite U_n . D'abord, le calcul du premier terme de la suite V_n est demandé. Selon la définition de la suite V_n , les élèves doivent soustraire le terme de la suite U_n de la valeur constante 100 000. Pour le premier terme, il s'agit donc du calcul suivant : $V_0 = 100\,000 - U_0$ ($U_0 = 25\,000$) donc $V_0 = 75\,000$.

Avant de compléter la ligne 3 sur le tableau qui correspond au calcul des termes suivants de la suite V_n , une formule-tableur qui permet de calculer les termes de la suite V_n , est demandée. Les élèves doivent écrire une formule-tableur en B3 en se référant à la ligne 2 dans laquelle les termes de la suite U_n sont calculés. Il s'agit donc d'une formule $= 100\ 000 - B2$. Pour la valeur constante, l'utilisation d'une cellule absolue peut être envisagée par les élèves comme la question précédente. Dans ce cas, la formule devient $= \$L\$1-B2$ pour la valeur 100 000 saisie en L1.

Question 4. Cette question porte sur la détermination du type de la suite V_n . Une formule-tableur saisie en C4 ($=C3/B3$) est donnée dans l'énoncé pour indiquer le calcul à faire dans la ligne 4. Ceci permet de déterminer le type de la suite puisqu'un quotient constant 0,8 apparaît. Il s'agit donc d'une suite géométrique avec une raison 0,8. Après avoir demandé cette conjecture pour la suite V_n , le dernier item de la question concerne une démonstration de la formule explicite de la suite. Pour répondre à cette question, les élèves peuvent la démontrer en calculant quelques termes de la suite ou bien en donnant la formule générale d'une suite géométrique ($V_n = V_0 \times q^n$, q est la raison et V_0 est le premier terme).

Question 5. La dernière question concerne la formule explicite de la suite U_n . Les élèves doivent déduire cette formule à partir de la question 3 dans laquelle la formule explicite de la suite V_n est déterminée. En utilisant une formule de la suite V_n et en s'appuyant sur la suite U_n dans l'énoncé et sur sa formule explicite, les élèves doivent déduire la formule explicite de la suite U_n .

$$V_n = 100\ 000 - U_n \text{ et } V_n = 75\ 000 \times 0,8^n \text{ donc } U_n = 100\ 000 - (75\ 000 \times 0,8^n)$$

Dernièrement, les élèves doivent calculer le dixième terme de la suite U_n . Par la formule explicite obtenue précédemment, les élèves peuvent trouver facilement ce terme à l'aide d'une calculatrice pour le calcul de puissance. Mais il est possible aussi que les élèves suivent plutôt la procédure récurrente en calculant chaque terme de la suite avec la formule récurrente pour obtenir le dixième terme.

Exercice 2 : Le deuxième exercice est un questionnaire aux choix multiples (cf. annexe ...). Voici le contenu des huit questions : une question sur le pourcentage d'augmentation, une question sur une formule-tableur pour le calcul d'une série chronologique, une question sur le calcul d'un terme à partir d'une série ayant une croissance linéaire et cinq questions sur le calcul du $n^{\text{ième}}$ terme d'une suite à partir de la raison et du terme initial ou du $m^{\text{ième}}$ terme.

Voici la question concernant le tableur :

2) Une production de 40 000 unités augmente de 4,5 % chaque année (par rapport à l'année précédente)
On veut établir la production au cours des années suivantes à l'aide d'un tableur :

	A	B	C	D	E
1	Année	2000	2001	2002	
2	Production	40 000		

La formule de calcul qu'il faut écrire dans la cellule C2 est :

=B2+4,5%	=B2*1,045	=B2*0,045	=1,45*B2
----------	-----------	-----------	----------

Il s'agit seulement de connaître le coefficient multiplicateur à partir du pourcentage d'augmentation donné. C'est-à-dire, 4,5 % d'augmentation correspond au coefficient multiplicateur 1,045. La formule-tableur est donc =B2*1,045.

En conclusion, le sujet contient des questions abordant toutes les études faites sur la notion de 'suites' en classe : la détermination de la nature de la suite, les formules explicite et récurrente de la suite, le calcul de termes de la suite. Le deuxième exercice aux choix multiples concerne particulièrement le calcul des termes d'une suite.

Le tableur n'était pas utilisé en classe pendant l'étude de la notion de suite (voir chapitre VI) contrairement l'étude de croissances. Les questions-tableur dans le sujet sont conformes à cette utilisation et elles n'abordent pas cette notion en termes de suites mais comme le calcul des termes des phénomènes décrits.

Selon notre classification, il s'agit d'un sujet de type de groupe I-A / questions-tableur articulées. Les questions-tableur s'articulent avec les autres questions. Elles peuvent donner des idées aux élèves pour la détermination des formules mathématiques des suites.

Résultats issus des copies des élèves

Analyse quantitative des résultats :

			correcte		fausse		Pas de réponse	
			effectif	%	effectif	%	effectif	%
Exercice 1	Q1	a	26	92,9	2	7,1	-	-
		b	23	82,1	4	14,3	1	3,6
		c	11	39,3	14	50	3	10,7
	Q2	a	15	53,6	14	50	1	3,6
		b	17	60,7	10	35,7	3	10,7
		c	7	25	13	46,4	8	28,6
	Q3	a	18	64,3	2	7,1	8	28,6
		b	15	53,6	9	32,1	4	14,3
		c	21	75	2	7,1	5	17,9
	Q4	a	17	60,7	5	17,9	6	21,4
		b	17	60,7	2	7,1	9	32,1
		c	15	53,6	-	-	13	46,4
	Q5	a	2	7,1	14	50	12	42,9
		b	9	32,1	6	21,4	13	46,4
Exercice 2	Q1		15	53,6	10	35,7	3	10,7
	Q2		13	46,4	14	50	1	3,6
	Q3		14	50	11	39,3	3	10,7
	Q4		13	46,4	3	10,7	12	42,9

	Q5	23	82,1	3	10,7	2	7,1
	Q6	16	57,1	10	35,7	2	7,1
	Q7	17	60,7	4	14,3	7	25
	Q8	16	57,1	3	10,7	9	32,1

Tableau 58. Résultats quantitatifs de l'Epreuve 2

Les lignes en gris représentent les questions-tableur

Ces résultats quantitatifs nous montrent que les questions concernant le calcul des termes sont très bien réussies par une grande majorité de la classe : la question Q1a/ex1(la vérification du premier terme d'une série) est faite par la quasi-totalité de la classe. Les questions Q1b/ex1 (le calcul de termes d'une série pour compléter le tableau), Q5/ex2 (le calcul de termes d'une suite arithmétique) sont réussies par les quatre cinquièmes des élèves. La question Q3c/ex1(le calcul de termes d'une suite à partir d'une formule mathématique pour compléter le tableau) sont réussie par les trois quarts des élèves.

Les questions bien réussies qui représentent un peu plus de la moitié des élèves sont les suivantes : Q2a et b /ex1(la détermination du type de la suite), Q3a/ex1(le calcul du premier terme d'une suite à partir d'une formule mathématique), Q3b/ex1(l'édiction d'une formule-tableur), tous les items de la Q4 (l'étude de la nature d'une suite) et dans le deuxième exercice Q1(le calcul de pourcentage) et Q6 (le calcul de termes d'une suite).

Les questions réussies qui représentent du 50 au 39 % des élèves, sont les suivantes : Q1c/ex1 (l'édiction d'une formule-tableur) et Q2/ex2 (le calcul du coefficient multiplicateur), Q3/ex2 (la détermination de la nature de la suite) et Q4/ex2.

Les questions peu réussies qui représentant moins de 32 % des élèves, sont les suivantes : Q2c/ex1 (une formule récurrente de la suite), Q5a/ex1 (une formule explicite de la suite) et Q5b/ex1 (la prévision d'un terme grand rang d'une suite).

L'analyse quantitative indique que la généralisation d'une suite par une formule n'est pas encore acquise par les élèves. Nous constatons que ces derniers sont un peu plus à l'aise avec une formule-tableur qu'une formule mathématique. En revanche, les connaissances concernant le calcul de termes sont bien assimilées.

Les réponses aux questions-tableur :

Nous donnons une analyse qualitative des trois questions-tableur existantes dans cette épreuve :

Ecriture des formules-tableur dans les cellules précisées (Q1c et Q3b)

La question Q1c :

Dans la première question, après le calcul de termes en papier crayon, une formule-tableur est demandée, permettant de réaliser ces calculs sur un tableur.

Dans la partie précédente, nous avons montré que cette question était réussie par 39,3 % des élèves mais qu'une grande partie des élèves avait commis des erreurs. Nous donnons d'abord les bonnes réponses des élèves puis nous analysons leurs erreurs.

Les types de formules (correctes) proposées par les élèves :

Dans la cellule C2	
Type de formule	Nombre d'élèves
=B2*80/100+20 000	5 élèves
=B2*0,8+20 000	5 élèves
=B2*80%+20 000	2 élèves

Tableau 59. les formules données par les élèves pour la question 1c /Epreuve 2

À partir d'une feuille de calcul déjà organisée et des termes déjà calculés, tous les élèves proposent une seule formule-tableur qui contient toutes les opérations d'un calcul contrairement aux interventions de Mme P_{EX} pendant les séances du bilan, sur la réalisation de chaque opération d'un calcul dans les différentes lignes/colonnes. La majorité des élèves utilisent les valeurs constantes dans les formules-tableur. L'utilisation d'une référence absolue n'apparaît pas parmi ces formules. Nous trouvons une fonction spécifique au tableur selon laquelle l'utilisation du symbole de % dans une formule permet de calculer le pourcentage.

Les erreurs des élèves :

5 élèves confondent l'adresse de la cellule de départ. Ils prennent les cellules B1, C1 ou C2 au lieu de B2. Comme ces cellules indiquées dans les formules contiennent des valeurs, si les élèves travaillaient sur tableur, ils obtiendraient des résultats et ils ne pourraient pas remarquer leur erreur. C'est pour cela que nous avons considéré ces formules comme fausses. À part cette confusion, la structure de ces cinq formules proposées est correcte. Pour ces formules, nous trouvons un seul élève qui propose l'utilisation de la référence absolue pour les valeurs constantes (= C1*\$G6\$+\$G7\$, =80/100 en G6 et 20 000 en G7).

L'idée d'utiliser une référence absolue dans une formule-tableur conduit 3 élèves à donner une mauvaise réponse en changeant leur première proposition correcte. Voici deux exemples :

- Un élève écrit d'abord $C2=B2 \times 0,8 + 20\,000$. Puis il annule cette réponse et donne une explication : « *il faudrait faire une cellule absolue dans laquelle on écrit : ex. $E1=x0,8+20\,000$ puis on Cellule, par ex. C2, on écrit $C2=B2 + \text{cellule absolue (ici E1)}$ »*- Un autre élève écrit : « $C2=B2*(80/100) + 20\,000$, qu'il faudrait mettre en cellule absolue en appuyant sur la touche F4, la formule finale serait donc $C2=\$B2\$*(80/100)+20\,000$ »

Les autres erreurs rencontrées concernent le coefficient multiplicateur choisi (par exemple 1,8 ou 1,6) et la construction d'une formule-tableur à partir de données numériques sans prendre en compte la règle expliquée dans l'énoncé (par exemple : une formule $=B2+15000*C1$ permet d'obtenir 40 000 à partir de 25 000).

Utilisation de cette formule-tableur pour déterminer une formule récurrente

La question suivante porte sur la détermination d'une fonction récurrente de la suite (Q2c). Dans la présentation du sujet, nous avons précisé que la formule –tableur demandée pourrait permettre aux élèves de passer facilement à une formule récurrente de la suite. Nous constatons que six élèves sur sept donnant une formule récurrente, convertissent leur formule-tableur en formule mathématique. Il s'agit du passage de la formule-tableur = B2*0,8+20 000 à la formule récurrente $U_{n+1} = U_n \times 0,8 + 20\,000$.

Mais le nombre total d'élèves qui donnent une bonne formule-tableur est supérieur à celui qui ont pu donner la formule de la suite (respectivement 12 élèves contre 7 élèves). Il nous semble que ce passage entre le tableur et le papier/crayon n'est pas évident.

La question Q3b

Il s'agit d'écrire une formule-tableur à partir d'une formule de la suite. Un peu plus de la moitié des élèves(53,6%) répondent correctement à cette question.

Les types de formule (correctes) proposées par les élèves :

Dans la cellule B3	
Type de formule	Nombre d'élèves
=100 000 –B2	13 élèves
=\$B\$5-B2 en B5 100 000	2 élèves

Tableau 60. les formules données par les élèves pour la question 3b /Epreuve 2

La quasi-totalité des élèves donnent le même type de formule-tableur qui correspond à la formule mathématique donnée (du $V_n=100\,000 -U_n$ vers = 100 000 –B2). Les deux élèves utilisent une référence absolue pour la valeur constante dans une formule.

Les erreurs des élèves :

L'erreur dominante dans cette question porte sur l'utilisation d'une référence absolue. 3 élèves prennent une cellule absolue pour la cellule B2 qui doit être une référence relative. 2 élèves prennent la constante 100 000 entre le symbole de la référence absolue \$.

Les deux autres erreurs identifiées dans les copies sont dues à une confusion entre l'adresse pour la référence relative (C2 au lieu de B2) et la prise en compte du calcul réalisé dans la première cellule en faisant ce calcul au lieu de donner une formule-tableur (l'élève donne 10000 –25000)

La syntaxe utilisée :

- Utilisation du symbole « = »

	Avec « = »		Sans « = »		Formule définition	
	effectif	%	effectif	%	effectif	%
Formule 1 (Q1c)	6	25	10	41,7	8	33,3
Formule 2 (Q3b)	7	30,4	5	21,7	11	47,8

Tableau 61. résultats quantitatifs de l'utilisation du symbole « = » dans les formules-tableur /Epreuve 2

Le tableau ci-dessus nous montre que l'utilisation du symbole d'égalité n'est pas stable chez les élèves. Les trois types d'utilisation sont présents pour toutes les deux formules et leur répartition change d'une formule à l'autre.

- Indication d'une référence absolue

Une référence absolue est indiquée dans une formule sur tableur par le symbole \$ en plaçant le nom de la colonne entre deux symboles (par exemple : \$B\$2). Cette indication est gardée sur papier/crayon. Cette utilisation, dite formelle, n'est pas apparue dans cette épreuve. La majorité des élèves indiquent une référence absolue par l'écriture en texte. Le symbole \$ n'est pas placé correctement dans l'adresse d'une cellule par au moins un quart des élèves. Mais Ceci montre qu'il s'agit bien d'une référence absolue (par exemple \$B2\$ ou B\$2\$) pour les élèves. Dans les copies des élèves, nous rencontrons aussi l'utilisation du symbole \$ avec les constants (par exemple \$100 000 \$). Les élèves connaissent bien que, pour les valeurs constantes, l'utilisation d'une référence absolue est favorable mais la règle syntaxique dans une formule-tableur n'est pas respectée.

	\$B\$2		\$B2\$		B\$2\$		\$100 000 \$		cellule absolue	
	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%
Formule 1(Q1c)	-	-	2	25	-	-	2	25	4	50
Formule 2(Q3b)	-	-	2	25	1	12,5	1	12,5	4	50

Tableau 62 résultats quantitatifs de l'utilisation du symbole « \$ » dans les formules-tableur / Epreuve 2

- Les symboles maths

multiplication		Division		
*	x	/	—	÷
5	16	5	4	1

Tableau 63. résultats quantitatifs de l'utilisation des symboles mathématiques dans les formules-tableur/ Epreuve 2

Les élèves utilisent majoritairement le symbole en papier/crayon pour l'opération de multiplication. Cependant, l'opération de division est majoritairement indiquée dans cette épreuve aussi, avec la syntaxe du tableur même si les symboles en papier-crayons sont présents.

Détermination d'un calcul à partir d'une formule-tableur donnée (Q4a)

Dans cette question, il s'agit de réaliser le calcul demandé à partir d'une formule-tableur donnée. Les élèves devraient comprendre cette formule-tableur ayant deux références relatives. La

prédominance des réponses correctes (soit 60,7 %) nous indique qu'une majorité des élèves ont acquis cette connaissance de base même s'il s'agissait d'une simple opération.

Détermination d'une formule-tableur dans un questionnaire QCM (Q2 de l'exercice 2)

Selon l'analyse quantitative, la moitié des élèves choisissent la bonne formule-tableur et l'autre moitié donnent une mauvaise réponse. La difficulté de cette question pour les élèves n'est pas liée au tableur mais à une confusion entre le coefficient multiplicateur pour le calcul de pourcentage et celui de pourcentage d'augmentation. À partir d'une augmentation du pourcentage (une augmentation de 4,5%), les élèves ont dû trouver le coefficient multiplicateur correspondant (1,045). La majorité des élèves ont choisi le coefficient multiplicateur qui donne le calcul de pourcentage ($=B2*0,045$) et pas celui de pourcentage d'augmentation ($=B2*1,045$).

Bilan de l'épreuve 2

La date de l'épreuve : cette épreuve est réalisée à la fin de l'étude de la notion de 'suites'. Comme la première épreuve, il s'agit de l'évaluation d'une nouvelle notion enseignée.

La notation : dans cette épreuve nous constatons que Mme P_{EX} accorde un peu plus de points aux questions aux choix multiples. Chaque bonne réponse apporte aux élèves un point soit huit points au total.

Le sujet choisi : Mme P_{EX} propose un sujet portant sur la notion de 'suites' en sélectionnant des questions à partir d'un sujet de baccalauréat.

Contrairement à la partie sur les croissances, Mme P_{EX} n'a pas fait utiliser le tableur dans la partie sur les suites. L'épreuve comprend cependant des questions-tableur à propos du calcul de termes des suites. Ces questions ont été vues par les élèves au cours de la partie sur les croissances. Elles sont suivies de questions portant sur les propriétés mathématiques des suites : nature et définition.

Les réponses des élèves

Le calcul des termes d'une suite semble acquis par la quasi-totalité des élèves. Par contre, la détermination d'une formule générale d'une suite, qu'il s'agisse d'une formule récurrente ou d'une formule explicite présente toujours une difficulté pour les élèves.

La réussite des élèves quant aux questions-tableur, elle concerne environ la moitié des élèves. Nous constatons que les connaissances relatives à l'écriture d'une formule-tableur sont mieux assimilées que celle d'une formule mathématique d'une suite. Seule la moitié des élèves qui donnent une bonne formule-tableur pour le calcul de termes arrive à transposer ce calcul en tant que formule mathématique de la même suite.

Les erreurs commises dans l'écriture d'une formule-tableur concernent l'adresse d'une cellule (par exemple, prendre la cellule B1 au lieu de la cellule C1) et l'utilisation d'une référence absolue pour une référence relative. Cette dernière erreur pourrait être un effet de l'incitation de l'enseignant

pendant les cours : les élèves semblent avoir retenu qu'il « faut utiliser une référence absolue » mais pas les raisons qui conduisent à ce choix.

Certains élèves utilisent des fonctions spécifiques du tableur pour l'écriture des formules. Par exemple, dans cette épreuve nous avons rencontré l'utilisation du symbole de pourcentage % dans l'écriture des formules-tableur, qui permet facilement de traduire un pourcentage dans une formule : *80% au lieu de *0,8.

Quant à la syntaxe utilisée pour l'écriture d'une formule-tableur en papier-crayon, la majorité des élèves indique une référence absolue par le texte 'cellule absolue' et n'utilise pas le symbole \$. L'utilisation correcte du symbole d'égalité devant une formule-tableur n'est pas stable et elle change d'une formule à l'autre. Les élèves utilisent majoritairement le symbole mathématique pour la multiplication et le symbole du tableur pour la division.

C. EPREUVE 3

Cette épreuve a eu lieu après notre observation en avril 2003 et les 29 copies des élèves nous ont été transmises par Mme P_{EX}.

La présentation et l'analyse du sujet

Le sujet proposé est le sujet du baccalauréat de la session septembre 2002 / France. Il contient deux exercices dont le premier exercice (10 points) se compose de deux parties : la partie I porte sur la lecture et le remplissage d'un tableau croisé et la partie II concerne la lecture et la création d'une feuille de calcul sur tableur à partir des formules-tableur à saisir. L'étude de l'évolution de deux populations à l'aide des modèles linéaire et exponentielle constitue le deuxième exercice (10 points).

Dans notre analyse, nous privilégions la question sur le tableur et nous nous contentons d'étudier les réponses des élèves à cette question pour cette épreuve.

Exercice 1 (10 points)

Cet exercice comporte une annexe qui est à rendre avec la copie, page 5.

Un grand groupe industriel a mis en place, dans plusieurs de ses usines, une nouvelle formation sur le comportement physique et la sécurité dans le but de limiter le nombre des accidents du travail.

Une partie des salariés a donc ainsi été formée et ce, lors d'un stage qui a eu lieu fin 2000.

Dans le but de mesurer les effets de cette formation, la direction de ce groupe industriel a effectué des statistiques concernant les accidents du travail sur l'ensemble de l'année 2001.

II - Le tableau **II** de l'annexe reproduit l'écran d'un tableur.

- 1 -** Pour obtenir les résultats de la colonne E, on a saisi une formule dans la cellule E2, puis effectué une recopie automatique vers le bas. Quelle formule a-t-on pu saisir dans la cellule E2 ?
- 2 -** Pour obtenir les résultats de la colonne F, on a saisi une formule dans la cellule F2, puis effectué une recopie automatique vers le bas. Quelle formule a-t-on pu saisir dans la cellule F2 ?
- 3 -** Calculer les valeurs numériques manquantes de la colonne G et la compléter.
- 4 -** Pour obtenir les résultats de la colonne H, on a saisi une formule dans la cellule H2, puis effectué une recopie automatique vers le bas. Quelle formule a-t-on pu saisir dans la cellule H2 ?

Voici l'énoncé de la partie II de l'exercice 1 portant sur le tableur et l'annexe correspondant :

ANNEXE de l'exercice 1, à rendre avec la copie								
Tableau II								
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Tranche d'âge	Nombre de salariés	Nombre de blessés	Nombre de journées de travail perdues	Pourcentage de blessés dans la tranche d'âge	Répartition des salariés (en %)	Répartition des blessés (en %)	Nombre moyen de journées perdues par blessé
2	Moins de 29 ans	2 598	271	5 735	10,4	33,0		21,2
3	30 à 39 ans	2 057	151	4 711	7,3	26,1		31,2
4	40 à 49 ans	1 671	120	4 371	7,2	21,2		36,4
5	50 ans et plus	1 550	81	3 279	5,2	19,7		40,5
6	Total	7 876	623	18 096	7,9	100,0	100,0	29,0

Le calcul de pourcentage constitue l'essentiel de cet exercice. Les élèves doivent donner deux formules-tableur à saisir pour réaliser ce calcul dans la colonne E et F. Il s'agit du pourcentage du nombre de blessés (les cellules du C1 au C5) selon les salariés dans la même tranche d'âge (les cellules du B1 au B5) pour la première et de la répartition des salariés de chaque tranche d'âge (les cellules du B1 au B5) dans le nombre total de salariés (la cellule B6) pour la deuxième. Les formules-tableur possibles à saisir et recopier vers le bas sont les suivantes : En E2, $=C2/B2*100$ ou $= C2*100/B2$ ou $=C2/B2$ en format pourcentage. En F2, $=B2*100/\$B\6 ou $=B2/\$B\$6 *100$ ou $=B2/\$B\6 en format pourcentage. Pour ces formules en F2, les élèves peuvent prendre aussi le nombre total (7876) dans les formules au lieu d'utiliser la cellule absolue de B6. Toutes les formules contiennent le constat 100, il est possible aussi d'utiliser une cellule absolue en plaçant ce constant dans une cellule. Par exemple en indiquant 100 en cellule L1, la formule $= C2/B2*100$ devient donc $= C2/B2*\$L\1 .

La question suivante concerne encore un calcul de pourcentage mais les élèves doivent donner cette fois-ci directement les résultats obtenus pour compléter la colonne G. Les élèves doivent trouver la répartition des blessés (les cellules du C1 au C5) de chaque tranche d'âge dans le nombre total de blessés (la cellule C6). Les pourcentages attendus sont donc 43,5 / 24,2/ 19,3 et 13 pour les cellules dans l'ordre du G1 au G5.

D'ailleurs, dans notre classification des sujets, cette épreuve appartient au groupe I/B qui présente les sujets dans lesquels les questions-tableur sont proposées pour l'étude d'une autre notion que les suites. Les questions-tableur constituent une partie de l'exercice et elle reste isolée. Il s'agit donc du type de questions-tableur/isolées.

Résultats issus des copies des élèves

Les réponses aux questions-tableur

	correcte		fausse		Pas de réponse	
	effectif	%	effectif	%	effectif	%
Q1	18	62,1	9	31,0	2	6,9
Q2	10	34,5	18	62,1	1	3,4
Q3	17	58,6	2	6,9	10	34,5
Q4	25	86,2	1	3,4	3	10,3

Tableau 64. Résultats quantitatifs des questions-tableur de l'Epreuve 2

Une grande majorité des élèves réussit les questions Q1, Q3 et Q4. Les questions Q1 et Q4 portent sur l'écriture d'une formule-tableur. La question Q3 demande de compléter une colonne consacrée au calcul de pourcentage. Une autre question portant sur l'écriture d'une formule-tableur n'est pas réussie par plus de la moitié des élèves (Q2).

Ecriture des formules-tableur dans les cellules précisées (Q1, Q2 et Q4)

Les formules-tableur demandées dans les deux premières questions concernent le calcul de pourcentage et la dernière question concerne un calcul de moyen. Le tableau ci-dessus nous montre que même s'il s'agit du calcul de pourcentage pour toutes les deux formules, le taux de réussite des élèves n'est pas le même. Nous analysons ce point dans la partie consacrée aux erreurs des élèves.

Types de formules proposées par les élèves :

E2 Calcul de pourcentage		F2 Calcul de pourcentage		H2 Calcul de moyen	
Type de formule	Nombre d'élèves	Type de formule	Nombre d'élèves	Type de formule	Nombre d'élèves
=C2*100/B2	9 élèves	=B2*100/\$B\$6	3 élèves	=D2/C2	25 élèves
=C2/B2 en format de %	7 élèves	=B2/\$B\$6 en format de %	4 élèves		
=C2/B2*100	2 élèves	=(B2/\$B\$6)*100	2 élèves		

Tableau 65. les formules données par les élèves dans les questions 1,2 et 4/ Epreuve 3

Pour les deux premières formules-tableur, nous trouvons les trois types de formule de pourcentage dans les copies des élèves. La différence entre deux formules consiste dans le calcul de pourcentage par rapport à une valeur constante pour tous les termes de la deuxième formule, et aux valeurs différentes dans la première. Cela nécessite l'utilisation d'une référence absolue ou de la valeur constante dans la deuxième formule et une référence relative dans la première. Nous constatons que tous les élèves qui donnent la bonne réponse, utilisent une référence absolue dans la deuxième formule et cette valeur constante n'est pas saisie directement dans une formule.

Les erreurs des élèves :

E2 Calcul de pourcentage		F2 Calcul de pourcentage		H2 Calcul de moyen	
Type d'erreur	Nombre d'élèves	Type d'erreur	Nombre d'élèves	Type d'erreur	Nombre d'élèves
Format de cellule	5 élèves	Format de cellule	8 élèves	Détermination numérique	1 élève
Détermination numérique	2 élèves	Détermination numérique	3 élèves		
Références de cellules	1 élève	Références de cellules	6 élèves		
Présentation en langage naturel	1 élève	Manque d'opération mathématique	1 élève		

Tableau 66. les types d'erreurs commises par les élèves dans les questions 1,2 et 4 / Epreuve 3

L'erreur la plus répandue dans cette épreuve concerne le format des cellules. Sur le tableur, le format des cellules en pourcentage permet aux élèves de simplifier la formule à saisir pour ce calcul. Dans ce format, les élèves n'ont pas besoin d'utiliser 100 dans une formule. Pour toutes les deux formules, nous constatons que les élèves donnent correctement ces formules mais ils ne précisent pas le format des cellules. Les résultats obtenus par les formules proposées ne correspondent donc pas au calcul de pourcentage demandé.

L'erreur rencontrée pour toutes les trois formules porte sur la détermination du calcul réalisé dans une cellule précisée. Les élèves précisent le calcul réalisé dans une cellule sans formulation. Par exemple, les élèves donnent le calcul $100/2558 \times 271$ pour la cellule E2.

L'autre erreur rencontrée dans les copies des élèves concerne les références des cellules. Il s'agit d'une confusion entre une référence relative et une référence absolue. Dans la deuxième formule, les élèves auraient dû utiliser une référence absolue. Nous remarquons que six élèves ne prennent pas une référence absolue et ils utilisent une référence relative. Cette confusion n'apparaît pas pour la première formule, où un seul élève utilise une référence absolue au lieu d'une référence relative.

Nous rencontrons aussi quelques erreurs diverses et quelques erreurs d'inattention. Pour la première formule, un élève explique la procédure sur tableur mais il ne la donne pas dans une formule. Pour la deuxième formule, un élève donne une formule sans l'opération de division.

La syntaxe utilisée

- Utilisation du symbole « = »

	Avec « = »		Sans « = »		Formule définition	
	effectif	%	effectif	%	effectif	%
Formule 1 (E2)	9	34,6	14	53,8	3	11,5
Formule 2 (F2)	10	37	14	51,9	3	11,1
Formule 3 (H2)	8	42,1	9	47,4	2	10,5

Tableau 67. résultats quantitatifs de l'utilisation du symbole « = » dans les formules-tableur /Epreuve 3

Dans cette épreuve, nous constatons que la majorité des élèves n'utilisent pas le symbole d'égalité « = » dans l'écriture des formules. Par rapport à l'épreuve précédente, l'écriture en définition a beaucoup diminué.

- Indication d'une référence absolue

	B\$6		B6\$		B\$6		\$7876\$		cellule absolue	
	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%
Formule 2(F2)	4	22,2	5	27,8	1	5,6	1	5,6	7	38,9

Tableau 68. résultats quantitatifs de l'utilisation du symbole « =\$ » dans les formules-tableur /Epreuve 3

L'indication d'une référence absolue par le symbole est plus présente dans cette épreuve. L'indication formelle (\$B\$6) et celle qui est plus proche (\$B6\$) sont utilisées par la moitié des élèves. Dans l'épreuve précédente, il n'y avait aucune syntaxe formelle d'une référence absolue et la majorité des élèves l'indiquaient en texte.

- Les symboles mathématiques

	multiplication		Division		
	*	x	/	—	÷
Formule 1 (E2)	2	10	18	5	3
Formule 2 (F2)	2	13	18	5	3
Formule 3 (H2)	-	-	14	3	2

Tableau 69. résultats quantitatifs de l'utilisation des symboles mathématiques dans les formules-tableur /Epreuve 3

L'utilisation des symboles mathématiques reste stable dans cette épreuve aussi. Les symboles en papier/crayon sont présents dans toutes les opérations. Les élèves utilisent majoritairement le symbole en papier-crayon pour la multiplication et le symbole du tableur pour la division.

Bilan de l'épreuve 3

La date de l'épreuve : la date de l'épreuve n'est pas décidée par rapport à une objectif précis contrairement aux deux premières épreuves. Il s'agit d'un contrôle habituel qui intervient après les séances sur les croissances et les suites que nous avons observées.

Le sujet choisi : Il s'agit d'un sujet de baccalauréat portant sur trois chapitres étudiés antérieurement : le calcul de pourcentage, la croissance et le tableau croisé.

Les questions-tableur portent seulement sur des formules de calcul de pourcentage. Dans une discussion après une séance, Mme P_{EX}, nous avait précisé que ce calcul présentait toujours une difficulté pour ses élèves. Il est donc possible que Mme P_{EX} veuille faire une mise au point à travers ces questions.

Les réponses des élèves :

Les questions-tableur de cette épreuve sont réussies par une majorité des élèves. Dans l'écriture des formules-tableur demandées, nous constatons une homogénéité des bonnes réponses et des erreurs. Comme dans les épreuves précédentes, les élèves utilisent une référence absolue dans les formules. Cependant cette utilisation conduit encore plusieurs élèves à une mauvaise réponse. Des élèves accompagnent leur formule-tableur pour le calcul de pourcentage d'un changement de format des cellules. Un format particulier permet d'écrire des nombres décimaux sous forme de pourcentage et ainsi la multiplication par 100 dans la formule n'est plus nécessaire. Mais les erreurs fréquentes rencontrées dans les copies des élèves viennent aussi de cette indication du changement de format des cellules. Les élèves donnent ce type de formule qui est tapé sur tableur dans la classe, sans préciser le format des cellules.

Quant à la syntaxe utilisée, nous constatons que l'utilisation du symbole d'égalité à l'intérieur d'une formule-tableur comme dans une définition diminue notablement dans cette épreuve. La présentation des formules sans l'usage de ce symbole est majoritaire dans les copies. L'utilisation des symboles mathématiques reste stable : symbole mathématique pour la multiplication, symbole du tableur pour la division. Nous notons par contre une évolution dans cette épreuve par rapport à l'épreuve précédente : l'indication d'une référence absolue est majoritairement faite par le symbole \$ et il y a une diminution du nombre d'indication par le texte.

D. EPREUVE 4

Cette épreuve était réalisée le 7 mai 2003 où 25 élèves étaient présents.

La présentation et l'analyse du sujet

Trois exercices sont proposés dans ce sujet. Le premier exercice (8 points) porte sur le calcul de pourcentage et le tableau croisé. Le deuxième (8 points) concerne le tableur et le dernier exercice qui vaut 14 points porte sur les notions de statistique.

Notre analyse se compose donc seulement du deuxième exercice portant sur tableur dont voici l'énoncé :

Exercice 2 (8 points)

Amélie vient de retrouver sur son ordinateur le tableau ci-dessous, début de la solution d'un exercice mais elle a perdu le texte de cet exercice.

La cellule B1 contient 5000, B3 contient 3000 et C3 contient 2000.

	5000	
mois	A	B
1	3000	2000
2	=B3+\$B\$1	=\$C\$3+A4*B4
3		
4		
5		
6		

- 1) Recopier le tableau et effectuer les calculs donnés par les formules.
- 2) Que se passe-t-il si on recopie vers le bas les cellules B4 et C4. Donner les formules pour les cellules B5 et C5. Compléter le tableau.
- 3) Imaginer un texte possible pour cet exercice.

Question 1. Les deux formules-tableur sont données sur tableau.

Les élèves doivent déterminer l'adresse des cellules avant de réaliser le calcul à partir de ces formules-tableur. Il s'agit de reconnaître les syntaxes d'une formule-tableur (l'adresse des cellules, les symboles d'opération mathématiques, etc.). Le tableau donné se place dans une feuille de calcul comme ci-contre selon les cellules indiquées dans l'énoncé (Figure 108).

	A	B	C	
1		5000		
2	mois	A	B	
3	1	3000	2000	
4	2			
5	3			
6	4			
7	5			

Figure 104

La formule =B3+\$B\$1 correspond au calcul $3\,000 + 5\,000 = 8\,000$ et la formule =\$C\$3+A4*B4 correspond donc au $2000 + 2 \times 8000 = 18\,000$.

Question 2. La deuxième question porte sur la fonction de recopie du tableur. Les élèves doivent préciser cette fonction et donner les formules recopiées dans les cellules suivantes. Les deux formules contiennent les références relatives et les références absolues. Il s'agit donc de reconnaître la différence entre ces deux références dans la fonction de recopie. La formule =B3+\$B\$1 en B4 devient donc =B4+\$B\$1 en B5 et la formule =\$C\$3+A4*B4 en C4 devient =\$C\$3+A5*B5 en C5 par la recopie des cellules vers le bas.

Question 3. À partir de l'étude sur les formules, les élèves doivent décrire un énoncé conforme aux réponses données dans les questions précédentes.

Résultats issus des copies des élèves**Les résultats des questions-tableur**

		correcte		fausse		Pas de réponse	
		effectif	%	effectif	%	effectif	%
Q1	Formule 1 (en B4)	23	92	-	0	2	8
	Formule 2 (en C4)	19	76	3	12	3	12
Q2	Formule 1 (en B4)	18	72	2	8	5	20
	Formule 2 (en C4)	17	68	2	8	6	24
Q3		2	8	11	44	12	48

Tableau 70. Résultats quantitatifs de l'exercice 2(question-tableur) de l'Epreuve 4

Les deux premières questions concernant les formules-tableur sont réussies par une grande majorité des élèves. La dernière question dans laquelle la détermination d'un énoncé est demandée, n'est pas du tout réussie : pas de réponse ou une mauvaise réponse.

Détermination d'un calcul à partir des formules-tableur données (Q1)

Il s'agit d'une interprétation des formules-tableur données dans l'énoncé. Les élèves devaient d'abord reconnaître les cellules précisées dans les formules à partir de l'énoncé puisque l'indication des lignes et des colonnes n'est pas affichée sur la feuille de calcul présentée. Pour donner des indications concernant la feuille de calcul, les valeurs des cellules de la première formule sont précisées dans l'énoncé. Les élèves réalisent donc plus facilement le calcul de la première formule que celui de la deuxième formule. L'absence d'indication des lignes et des colonnes conduit les élèves dans le deuxième calcul à confondre les cellules. Par exemple pour la valeur de A4 dans la formule-tableur, un élève prend la valeur du quatrième mois de la série A. Une autre confusion identifiée parmi les réponses consiste à considérer une formule-tableur comme une équation à résoudre. Voici la réponse d'un élève qui indique la valeur du premier mois de la série A comme la cellule A1 et fait une résolution d'équation:

$$\begin{aligned}
 &\text{Cellule B2=} \\
 A1 &= 3000 = B2 + \$B\$1 \\
 &= 3000 = B2 + 5000 \\
 B2 &= 3000 - 5000 \\
 B2 &= -2000
 \end{aligned}$$

Détermination des formules-tableur dans les cellules précisées après la recopie (Q2)

Cette question porte sur la fonction de recopie du tableur. Les élèves devaient déterminer les formules-tableur dans les cellules suivantes après avoir recopié des formules saisies dans les premières cellules. La majorité des élèves réussissent cette question.

Le tableau ci-dessous présente les réponses données par les élèves pour indiquer la fonction de recopie :

N°de copie Note attribuée par Mme P _{EX}	Réponses d'élève
E1 (1 point)	Lorsqu'on décale en recopiant vers le bas, on effectue à nouveau les calculs mais à partir des données de la ligne suivante, excepté pour les cellules absolues (entre \$ \$)
E5 (1 point)	Si l'on recopie vers le bas, la formule va s'appliquer aux autres cellules mais en décalant les numéros de lignes, excepté celles mises en absolu.
E8 (1 point)	Si l'on recopie vers le bas les cellules B4 et C4, les formules vont se répéter dans les cases suivantes puisque les formules ont été mises en cellules absolues
E10 (1 point)	Si on recopie vers le bas la cellule B4, la formule va se recopier en utilisant le terme en B4 mais en gardant le terme en B1 car dans la formule de la case B4, B1 est en cellule absolue. Si on recopie vers le bas la cellule C4, la formule va se recopier en utilisant le terme de la cellule C3 car elle est en cellule absolue et les termes A5 et B5 qui sont des cellules relatives dans la formule de la cellule de C4.
E12 (1 point)	Si on recopie vers le bas les cellules B4 et C4 alors on aura les mêmes formules appliquées jusqu'à la cellule B8 et C8 inclus.
E13 (1 point)	Si on recopie vers le bas la cellule B4 on ajoutera chaque fois B1=5000 au terme précédent. Si on recopie vers le bas la cellule C4 on ajoutera à C3=2000 à la multiplication du nombre de mois (colonne A) par le terme correspondant à ce mois (colonne B).
E16 (0,5 points)	Si on recopie vers le bas les cellules B4 et C4, les formules inscrites dans ces dernières seront recopiées vers le bas.
E18 (1 point)	Si on recopie vers le bas B4 d'une case sur l'autre la valeur B1 qui est mise en cellule absolue va être constante tandis que la case précédente lui sera ajoutée. Pour la case C4, si on la recopie vers le bas, la valeur C3 sera constante car elle est mise en cellule absolue, et il lui sera ajouté la multiplication des deux termes voisins de la case recherchée.
E21 (1 point)	Si on recopie vers le bas la cellule B4, la formule va changer mais B1 restera en absolue. C'est la même chose pour C4 : A4 et B4 vont changer mais C3 reste la même car il est en cellule absolue.

Tableau 71. explications des élèves concernant la fonction de recopie du tableur/ Epreuve 4

Les explications contiennent essentiellement trois idées :

- idée de la recopie de la formule
- idée d'effectuer un nouveau calcul
- idée de décrire le calcul réalisé

Les erreurs commises par les élèves dans la détermination des formules-tableur après la recopie sont relatives au manque d'indication symbolique de référence absolue et au fait de garder la même cellule dans les formules pour une référence relative.

La syntaxe utilisée

- Utilisation du symbole « = »

	Avec « = »		Sans « = »		Formule équation	
	effectif	%	effectif	%	effectif	%
Formule 1 (B5)	6	30	4	20	10	50
Formule 2 (C5)	6	30	4	20	10	50

Tableau 72. résultats quantitatifs de l'utilisation du symbole « = » dans les formules-tableur / Epreuve 4

Dans cette épreuve, une grande majorité des élèves, soit 80 %, utilisent le symbole d'égalité dans l'écriture des formules. La façon d'écrire des formules en équation est dominante.

- Indication d'une référence absolue

	\$B\$6		\$B\$6\$		B\$6		\$7876\$		cellule absolue	
	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%
Formule 1(B5)	19	95	1	5	-	-	-	-	-	-
Formule 2 (C5)	18	94,7	1	5,3	-	-	-	-	-	-

Tableau 73. résultats quantitatifs de l'utilisation du symbole « \$ » dans les formules-tableur / Epreuve 4

Les formules-tableur précisées dans l'énoncé contiennent des références absolues. A partir de ces formules-tableur, l'écriture syntaxique des références absolues ne pose pas un problème pour les élèves. Comme le tableau ci-dessus l'indique, tous les élèves, sauf un, écrivent correctement les références absolues dans les formules.

- Les symboles mathématiques

	multiplication	
	*	x
Formule 2 (C5)	14	5

Dans les épreuves précédentes, nous avons vu que les élèves utilisaient le symbole en papier/crayon pour l'opération de multiplication. Mais ici, cette opération est indiquée avec le symbole du tableur par la grande majorité des élèves puisque les formules-tableur sont précisées dans l'énoncé.

Détermination d'un énoncé à partir d'une feuille de calcul présentée(Q3)

Nous trouvons seulement deux rédactions exactes pour un énoncé correspondant au tableau donné. Parmi les réponses fausses à cette question, 9 élèves sur 11 décrivent correctement la série A mais la formulation de la série B n'est pas réussie. Ils décrivent seulement le premier terme de cette série. Trois autres élèves donnent seulement une situation sans déterminer les séries.

Bilan de l'épreuve 4

La date de l'épreuve : la date de l'épreuve n'est pas décidée par rapport à un objectif précis contrairement aux deux premières épreuves. Il s'agit d'un contrôle habituel.

Le sujet choisi : cette épreuve ne correspond pas totalement au format d'un sujet de baccalauréat où les questions sur le tableur sont réparties dans les exercices. Ici ces questions font l'objet d'un seul exercice.

Par ailleurs, ces questions-tableur sont différentes des questions-tableur que nous avons rencontrées précédemment dans les séances et lors de l'analyse des épreuves : il s'agit d'abord de repérer les adresses des cellules sur une feuille de calcul à partir d'indications données dans l'énoncé. Ensuite, les élèves doivent expliquer la fonction de recopie du tableur et déterminer des formules-tableur après avoir appliqué cette fonction. Enfin, les élèves doivent trouver un énoncé correspondant à la feuille de calcul présentée.

Les réponses des élèves :

Nous avons seulement analysé l'exercice portant sur le tableur. Les deux premières questions sont réussies par une grande majorité des élèves. Cela nous montre que les connaissances des formules-tableur sont bien acquises par les élèves. Cependant, la détermination d'un énoncé à partir d'une feuille de calcul semble assez difficile pour les élèves. Car, d'une part les élèves rencontrent pour la première fois ce type de questions, d'autre part la tâche en soi est en effet difficile.

Les élèves savent déterminer les formules-tableur pour les cellules suivantes après la recopie des formules. Ceci montre qu'ils connaissent bien cette fonction du tableur. Pourtant, l'explication de cette fonction n'est réalisée correctement que par la moitié des élèves donnant les bonnes formules-tableur. Ainsi, les élèves connaissent l'application de certaines fonctions du tableur avec les résultats obtenues mais expliquer leur fonctionnement reste une question plus difficile.

Quant à la syntaxe utilisée, la quasi-totalité des élèves indique correctement une référence absolue et utilise le symbole du tableur pour la multiplication dans cette épreuve. En fait, il ne s'agit probablement pas ici d'une assimilation des connaissances syntaxiques mais de la conséquence d'une variable de l'exercice : les formules-tableur sont données dans l'énoncé. Les élèves reprennent donc les mêmes formules en changeant seulement les adresses des cellules et en gardant la même syntaxe utilisée.

E. EPREUVE 5

C'est la dernière épreuve d'entraînement au baccalauréat qui a eu lieu le 28 mai 2003. Nous avons 24 copies d'élèves, qui nous ont été transmises après qu'elles ont été corrigées par Mme P_{EX}. Cette épreuve nous permet donc de préciser l'attribution des notes aux réponses et d'évoquer une partie des pratiques d'évaluation de Mme P_{EX}.

La présentation et l'analyse du sujet

Il s'agit du sujet de baccalauréat de la session juin 2001/France. Il existe deux exercices : l'exercice 1 (8 points) porte sur la croissance exponentielle, la notion de 'suites' et sur la connaissance du tableur. L'exercice 2 (12 points) concerne les notions de statistique (écart-type, médiane, diagrammes en boîtes etc.).

L'exercice 1 que nous analysons, contient deux parties : partie I concerne le calcul de pourcentage et l'interprétation de la croissance de la série donnée. Dans la partie II, la notion de suite et les connaissances sur tableur sont évoquées.

Voici l'énoncé de la partie I :

Exercice 1 (8 points)

Depuis la création d'un parc d'attraction, on a relevé le nombre de visiteurs pour chacune des 6 années écoulées.

On note p_n le nombre de visiteurs (exprimé en milliers d'individus) au cours de la $n^{\text{ème}}$ année de fonctionnement.

n	1	2	3	4	5	6
Nombre de visiteurs : p_n	90	94	100	107	118	134
Pourcentage d'augmentation d'une année à l'autre (à 0,1 près) :		4,4				

1 - a) Justifier que le pourcentage d'augmentation du nombre de visiteurs entre la première et la deuxième année est 4,4% (à 0,1% près).

b) Calculer de même le pourcentage d'augmentation (d'une année à l'autre) du nombre de visiteurs pour chacune des années suivantes. On recopiera et on complètera le tableau donné ci-dessus.

c) Préciser les coefficients multiplicatifs associés à chacun des pourcentages précédents. La croissance de la fréquentation du parc peut-elle être considérée comme exponentielle ? Justifier la réponse.

Le barème de note de Mme P_{EX} pour cette question est le suivant : 0,5 points pour la justification du premier pourcentage d'augmentation, 1 point pour le calcul des pourcentages d'augmentation suivants, 1 point pour la détermination des coefficients multiplicateurs correspondants aux pourcentages trouvés et 0,5 points pour l'interprétation de la croissance de la série.

Voici l'énoncé de la deuxième partie :

2 - On avait prévu 80 milliers de visiteurs pour la première année. On s'intéresse à l'écart entre le nombre réel de visiteurs et cette prévision. Pour cela, on étudie la suite des nombres $p_n - 80$. Le tableau ci-dessous a été construit à l'aide d'un tableur.

	A	B	C	D	E
1	n	p_n	$p_n - 80$		u_n
2	1	90	10		10
3	2	94	14	1,4	14
4	3	100	20	1,42857143	19,6
5	4	107	27	1,35	27,44
6	5	118	38	1,40740741	38,416
7	6	134	54	1,42105263	53,7824

Les colonnes A et B correspondent aux données du premier tableau.

a) Quelle formule a-t-on saisie dans la cellule C2 du tableau avant de la recopier vers le bas jusqu'à la cellule C7 ?

b) La cellule D3 contient le coefficient multiplicatif qui permet de passer de la cellule C2 à la cellule C3. Quelle formule a-t-on saisie dans la cellule D3 avant de la recopier vers le bas jusqu'à la cellule D7 ?

3 - On choisit d'approcher la suite des nombres $p_n - 80$ par une suite géométrique. Ainsi la colonne E contient les six premiers termes de la suite géométrique de terme général u_n , de premier terme $u_1 = 10$ et de raison 1,4.

a) Indiquer comment on a procédé pour faire calculer par le tableur les termes u_n de la suite dans la colonne E.

b) Exprimer u_2 , u_3 puis u_{10} en fonction de u_1 .
En admettant que jusqu'à $n = 10$, u_n reste proche de $p_n - 80$, donner une estimation du nombre de visiteurs du parc au cours de la dixième année.

Question 2. Les formules-tableur cachées dans les cellules C2 et D3 sont demandées dans la deuxième question de l'exercice 1. Il s'agit du calcul des termes d'une nouvelle suite définie à partir de la suite p_n donnée dans la question précédente. Les formules-tableur possibles à saisir en C2 sont les suivantes : =B2-80 ou utiliser une référence absolue pour le constant 80 en indiquant dans une cellule par exemple en F1, dans ce cas la formule devient = B2-\$F\$1.

Dans la cellule D3, il s'agit d'une formule = C3/C2, qui permet de trouver le coefficient multiplicateur entre les deux termes consécutifs.

Question 3. Une troisième suite est définie dans la dernière question. La nature de la suite, le terme initial et sa raison sont précisés dans l'énoncé. D'abord, la procédure de calcul des termes de la suite dans la colonne E est demandée. Il s'agit donc de préciser une formule-tableur à saisir dans la cellule E3 puis de recopier cette formule vers le bas après avoir indiqué le terme initial en E2. Les élèves peuvent entrer les deux types de formule de la suite ; soit une formule-tableur récurrente, par exemple = E2*1,4 soit une formule explicite =E\$2*1,4^A2. Dans les deux cas, les élèves peuvent utiliser une référence absolue pour la raison 1,4.

Ensuite, les élèves doivent donner des formules explicites des trois termes précisés. Ils commencent par le deuxième terme et troisième puis le dixième terme. ($u_2 = u_1 \times 1,4$ / $u_3 = u_1 \times 1,4^2$ et $u_{10} = u_1 \times 1,4^9$) La dernière question consiste à chercher la valeur du dixième terme de la suite p_n qui correspond au nombre de visiteurs d'un parc à partir de la suite u_n ($p_{10} = u_{10} + 80$ donc $p_{10} = 286,61$). Le nombre de visiteurs en dixième année est donc environ 287 milliers.

Résultats issus des copies des élèves

Analyse quantitative des résultats :

		correcte		faux		Pas de réponse	
		effectif	%	effectif	%	effectif	%
Q1	a	15	62,5	5	20,8	4	16,7
	b	15	62,5	5	20,8	4	16,7
	c ₁	9	37,5	6	25	9	37,5
	c ₂	11	73,3	3	20	1	6,7
Q2	a	20	83,3	3	12,5	1	4,2
	b	19	79,2	1	4,2	4	16,7
Q3	a	5	20,8	9	37,5	10	41,7
	b ₁	9	37,5	6	25	9	37,5
	b ₂	4	16,7	5	20,8	15	62,5

Tableau 74. Résultats quantitatifs de l'Exercice 1 /Epreuve 5

Dans cette dernière épreuve, la deuxième question (Q2) portant sur tableur est très bien réussie par une grande majorité des élèves. Les questions concernant le calcul de pourcentage d'augmentation et l'identification du type de croissance de la première question (Q1 a-b et c₂) sont bien réussies. La détermination des coefficients multiplicateurs correspondants aux pourcentages d'augmentation (Q1c₁) est réussie par 37,5 % des élèves. Les élèves laissent majoritairement sans réponse la dernière question (Q3) : plus de la moitié des élèves n'ont pas réalisé le calcul du dixième terme de la suite dans la dernière question (Q3b₂). La question concernant la procédure de calcul des termes d'une suite sur tableur (Q3a) a été correctement traitée seulement par un élève sur cinq. La formule explicite d'une suite pour un terme qui est demandée dans la question Q3b₁, est donnée par un peu plus d'un tiers des élèves.

Ces résultats quantitatifs indiquent que les connaissances concernant les formules-tableur sont bien acquises chez les élèves. Cependant les connaissances de la notion de suite (le calcul de n. terme, une formule explicite, etc.) ne sont pas encore assimilées par la majorité des élèves.

Les réponses aux questions-tableur :

Écriture des formules-tableur dans les cellules précisées (Q2a et b)

Types de formules proposées par les élèves :

C2 Les termes d'une suite		D3 coefficient multiplicateur	
Type de formule	Nombre d'élèves	Type de formule	Nombre d'élèves

= B2-80	11 élèves	= C3/C2	19 élèves
= B2-\$F\$1, 80 en F1	9 élèves		

Tableau 75. les formules données par les élèves pour les questions 2a et b / Epreuve 5

Il est possible d'utiliser une référence absolue pour la première formule qui contient une valeur constante. Parmi les réponses des élèves, nous remarquons que l'utilisation d'une référence absolue est assez présente.

Quant aux erreurs des élèves pour ces formules, les élèves qui donnent une réponse fausse dans la première formule, prennent la cellule C1 dans laquelle le nom de la suite est indiqué ($p_n - 80$) pour la valeur constante. Pour la deuxième formule, la seule réponse fausse vient du fait de prendre deux cellules inverses dans l'opération de division.

Explication de la procédure du calcul des termes d'une suite sur le tableur (Q3a)

À partir d'un terme initial et une raison précisée, les élèves devaient expliquer la procédure de calcul des termes de la suite sur le tableur. Seulement un élève sur cinq donne la bonne réponse à cette question qui est laissée sans réponse par la majorité des élèves.

Nous trouvons cinq réponses correctes pour cette question : deux élèves donnent directement une formule-tableur à saisir pour le calcul de termes et trois élèves donnent d'abord une explication mathématique en précisant la nature de la suite et la formule générale. A partir de cette explication mathématique, ils proposent une formule-tableur pour réaliser le calcul de termes sur tableur.

Types de formules proposées par les élèves :

Dans la cellule E3	
Type de formule	Nombre d'élèves
= \$C\$2*\$D\$3^A2	3 élèves
=E2*\$D\$3 en indiquant 1,4 en D3	1 élève
=E2* \$1,4\$	1 élève

Tableau 76. les formules données par les élèves pour les questions 3a / Epreuve 5

Trois élèves donnent une formule explicite de la suite et deux élèves donnent une formule récurrente. Pour une formule explicite ($= \$C\$2*\$D\3^A2), les élèves utilisent les cellules contenant déjà les mêmes valeurs en référence absolue. La cellule C2 contient 10 et la cellule D3 contient 1,4 correspondant aux valeurs données pour le terme initial et la raison de la suite u_n .

Un des élèves proposant une formule récurrente utilise aussi la cellule D3 en référence absolue. Un autre élève prend la valeur constante. Il indique cette valeur en référence absolue. Si cette formule est saisie, le tableur donnerait une erreur puisque l'utilisation de la référence absolue n'est pas correcte. Mais Mme P_{EX} accepte cette réponse.

Les erreurs des élèves :

Parmi les réponses fausses, cinq élèves déterminent la nature de la suite en donnant la formule générale d'une suite géométrique ($u_n = u_0 \times q^n$) et ils ne donnent pas une formule-tableur. Cependant Mme P_{EX} attribue 0,5 points pour leur explication mathématique.

Deux élèves proposent une formule de multiplication de la colonne C et D. Nous supposons que le fait d'avoir le premier terme de la suite par cette formule conduit les élèves à la considérer comme une formule générale de la suite sans contrôler leur formule pour les termes suivants. Un élève prend la valeur de l'exposant de la raison comme 1 (il donne seulement pour le premier terme) dans une formule explicite de la suite. L'autre élève indique une formule explicite d'une suite arithmétique et non pas géométrique.

La syntaxe utilisée :

- Utilisation du symbole « = »

	Avec « = »		Sans « = »		Formule équation	
	effectif	%	effectif	%	effectif	%
Formule 1 (C2)	7	31,8	8	36,4	7	31,8
Formule 2 (D3)	7	35	8	40	5	25
Formule 3 (E3)	4	44,4	3	33,3	2	22,2

Tableau 77. résultats quantitatifs de l'utilisation du symbole « = » dans les formules-tableur / Epreuve 5

La présentation des formules comme une équation algébrique est un peu moins présente par rapport aux autres types de présentation.

- Indication d'une référence absolue

	\$B\$6		\$B6\$		B\$6\$		\$80\$		cellule absolue	
	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%	effectif	%
Formule 1(C2)	4	30,8	-	-	-	-	5	38,5	4	30,8
Formule 3 (E3)	4	44,4	2	22,2	1	11,1	1	11,1	1	11,1

Tableau 78. résultats quantitatifs de l'utilisation du symbole « \$ » dans les formules-tableur / Epreuve 5

L'utilisation du symbole \$ pour les valeurs constantes apparaît particulièrement pour la première formule dans cette épreuve.

- Les symboles mathématiques

	multiplication		Division				Puissance	
	*	x	/	—	÷	:	^	puissance
Formule 2 (D3)	-	-	12	1	5	1	-	-
Formule 3 (E3)	1	8	-	-	-	-	3	1

Tableau 79. résultats quantitatifs de l'utilisation des symboles mathématiques dans les formules-tableur / Epreuve 5

L'utilisation des symboles mathématiques n'a pas changé chez les élèves : l'utilisation du symbole en papier /crayon pour l'opération de multiplication et celui de tableur pour la division. Pour indiquer la puissance, les élèves utilisent le symbole du tableur.

Bilan de l'épreuve 5

Le sujet: Mme P_{EX} propose un sujet de baccalauréat. Ce sujet contient d'une part des questions correspondant à l'enseignement assuré par Mme P_{EX} mais aussi des questions qui ne correspondent pas à cet enseignement. Dans le premier exercice, nous retrouvons un schéma conforme à l'enseignement de Mme P_{EX} : Il s'agit d'abord d'étudier l'évolution d'un phénomène en identifiant le type de croissance puis de déterminer une suite correspondant à cette croissance comme un modèle mathématique pour réaliser une étude théorique de cette évolution.

Nous trouvons dans le même exercice une question qui est différente de l'étude réalisée par Mme P_{EX}. Il s'agit du calcul de termes d'une suite sur tableur. Nous avons déjà précisé que le tableur n'était pas utilisé dans l'enseignement des 'suites'. Les élèves n'ont pas calculé mathématiquement les termes d'une suite donnée sur tableur. Cependant, dans cette épreuve, Mme P_{EX} attend que les élèves expliquent une procédure pour réaliser le calcul de termes d'une suite à partir d'une raison et un terme initial donnés.

Les réponses des élèves :

Nous donnons d'abord pour cette épreuve la notation des réponses des élèves par Mme P_{EX}. Elle sanctionne 0,5 points si la référence absolue n'est pas indiquée par les élèves. Elle attribue 0,5 points aux élèves donnant une explication mathématique sans donner une formule-tableur demandée. Elle n'évalue pas la syntaxe utilisée : elle accepte les formules sans symbole d'égalité et elle accepte les symboles mathématiques du papier/ crayon. Elle considère comme bonne toute indication d'une référence absolue.

À partir des réponses des élèves, nous constatons dans cette dernière épreuve, que le calcul de pourcentage et les types de croissances sont bien acquis chez les élèves. Le rapport entre le pourcentage d'augmentation et un coefficient multiplicateur, les connaissances d'une suite géométrique portant sur la détermination d'une formule explicite et le calcul de n. terme, ne sont pas encore acquis.

Cette dernière épreuve nous montre encore une fois que les connaissances sur les formules-tableur sont bien assimilées par les élèves. Le taux de réussite de ce type de questions-tableur est toujours supérieur à celui des autres questions.

D'autre part, la question-tableur concernant le calcul de termes d'une suite géométrique sur tableur que les élèves n'ont pas fait durant l'étude de la notion de suite en classe, est laissée sans réponse ou une mauvaise réponse est donnée par les élèves.

Dans cette épreuve, nous constatons une évolution de l'utilisation d'une référence absolue dans une formule. Cependant cette évolution n'apparaît pas dans l'indication d'une référence absolue.

La syntaxe utilisée dans l'écriture d'une formule-tableur en papier –crayon montre une ressemblance aux épreuves précédentes : trois types d'écriture d'une formule-tableur selon

L'utilisation du symbole d'égalité sont aussi présents, l'utilisation du symbole mathématique du papier/crayon pour la multiplication et celle du tableur pour la division restent toujours en majorité.

III. Conclusion

Nous avons commencé ce chapitre en soulignant l'importance de l'évaluation qui est considérée comme composante importante de l'activité d'enseignant. Nous avons ensuite essayé d'analyser les pratiques de Mme P_{EX} pour cette composante.

L'évaluation de l'enseignement réalisé par Mme P_{EX} au cours de notre période d'observation dans sa classe visait deux objectifs :

- accompagner les apprentissages de ses élèves (évaluation formative), en se conformant au modèle institutionnel (attribution de notes),
- préparer ses élèves à l'épreuve du baccalauréat (évaluation sommative)

Le premier objectif est poursuivi au début de l'enseignement, et le second devient dominant à la fin. Cette évolution s'observe dans les textes des épreuves.

Dans les deux premières épreuves, l'accompagnement des apprentissages des élèves était prioritaire pour Mme P_{EX}. Il s'agissait d'abord pour elle de rassurer les élèves face aux nouvelles notions pour faire avancer leur apprentissage :

« [...] je prends la même question parce que je tiens, parce que ces élèves qui sont en apprentissage encore un peu chancelant...pas acquis. Pour moi c'est très important, la question de succès ! [...] une fois qu'elles vont réussir ce sujet là, je vais les rassurer et après, ils me diront : « je sais faire », à partir du moment qu'ils vont être rassurés, je pense qu'ils vont s'en sortir beaucoup mieux. Donc je tiens absolument à rassurer donc dans mon contrôle, c'est sûr, je vais prendre les mêmes questions »

Dans cette perspective, les épreuves reflètent les activités réalisées en classe. Il s'agit soit de texte construits à cet effet soit de sujets de baccalauréat modifiés. Les questions-tableur s'appuient sur des feuilles de calcul semblables à celles construites en classe. La majorité des points est accordée à l'exercice portant sur la notion la plus récemment introduite.

Les trois dernières épreuves étaient plutôt un entraînement au baccalauréat. Des textes d'annales de baccalauréat sont proposés sans modification et les sujets choisis ne se focalisent pas sur une notion. Certains sujets contenaient même les questions qui ne correspondaient pas à l'enseignement poursuivi par Mme P_{EX} au cours de la période sur laquelle portait l'évaluation. Selon l'interview réalisée au début de l'année scolaire, Mme P_{EX} nous indiquait qu'elle allait suivre une préparation de « bachotage » au cours du dernier mois :

« on va faire du bachotage, je vais faire à peu près un mois avant, je finis mon programme un mois avant, après tous les exercices, après on va faire tous les cours collectifs et on fait carrément uniquement des exercices pour le BAC et on parle uniquement de comment rédiger, comment résoudre, je vais faire un peu de bachotage ».

Le choix d'évaluer en papier/crayon les connaissances relatives au tableur est déterminé par les modalités institutionnelles du baccalauréat qui ne prévoit pas d'épreuve sur machine. Il est donc cohérent avec le second objectif : préparer à l'épreuve du baccalauréat. Dans l'interview, Mme P_{EX} nous confirme ce choix : *« je vais mettre la référence au tableur, parce que je pense que le jour de BAC, il y aurait quand même les références au tableur ».*

Le travail demandé aux élèves en papier/crayon concernant le tableur est spécifique aux évaluations : aucune activité en classe ne contenait ce type de questions. Il existe dans au moins une question de chaque évaluation. Il concerne l'écriture des formules-tableur et l'identification des calculs à partir des formules-tableur ou à partir de la feuille de calcul. Ce sont les questions-tableur les plus rencontrées dans l'épreuve de baccalauréat.

Les modalités institutionnelles du baccalauréat imposent à Mme P_{EX} de mettre en place un type de question spécifique lors des évaluations. Voyons comment ces questions tableur se situent dans les évaluations.

Les questions-tableur qui correspondent aux activités réalisées sur tableur en classe sont bien réussies par la majorité des élèves. Certains sujets sont organisés pour que des questions-tableur précèdent des questions mathématiques à de façon à ce qu'il soit facile de répondre aux dernières à partir du résultat des premières (par exemple une formule-tableur pour le calcul de termes est demandée avant la détermination de la formule mathématique de la suite). C'est ce que nous pouvons appeler les questions-tableur/liées ou articulées. Mais nous constatons que les questions-tableur sont considérées par les élèves comme des questions à part et ils n'utilisent pas leurs réponses pour les questions suivantes. Les formules-tableur d'une suite sont écrites plus facilement que sa formule mathématique par les élèves.

Le fait que les élèves travaillent directement sur ordinateur en classe et rencontrent les questions-tableur seulement dans les épreuves explique les erreurs syntaxiques observées pour l'écriture des formules-tableur dans leurs copies. Dans la correction des copies de baccalauréat par les académies, il n'y a pas un consensus entre eux : la syntaxe utilisée peut ou non être prise en compte dans la notation. Par exemple, l'absence du symbole d'égalité devant une formule-tableur ou le mauvais placement d'un symbole de référence absolue sont sanctionnés dans certaines académies et acceptés dans d'autres. Mme P_{EX} ne sanctionne pas les erreurs de syntaxe et prends en compte la pertinence générale de la formule en fonction de la question posée (addition pour une suite arithmétique, présence d'un \$ ou une indication quelconque (par exemple en écrivant en texte) pour une référence absolue ...).

Nous essayons maintenant de préciser les caractéristiques générales des pratiques d'évaluation de Mme P_{EX}. Nous le faisons en deux axes (organisationnel et fonctionnelle):

Caractéristiques organisationnelles :

- une épreuve sur table régulière (mensuelle)
- la passation dans les conditions du baccalauréat (sujets, durée de l'épreuve, feuilles de réponses, placement des élèves en classe, etc.)

Caractéristiques fonctionnelles :

- évaluation formatrice : attention portée aux connaissances les plus récentes, choix de noter plutôt la pertinence générale de la réponse-tableur que la syntaxe.
- préparation à l'évaluation sommative et institutionnelle : conformité aux modes d'évaluation des connaissances tableur imposées par le baccalauréat.

Cette étude nous permet d'aborder la question de l'évaluation des connaissances relatives au tableur en papier/crayon. Nous constatons que ce type d'épreuve permet d'évaluer certaines compétences attendues institutionnellement au niveau des connaissances 'théoriques' des fonctionnalités du tableur et les syntaxes concernées. Mais les compétences pratiques de ces connaissances sur le logiciel (gestes/techniques acquises) restent à évaluer. Par exemple, l'édition d'une formule-tableur est une compétence qui est évalué essentiellement dans les épreuves. Cependant, l'intérêt d'utilisation d'une formule-tableur est mis en œuvre par la fonction de recopie qui ne peut pas être évalué sur le papier/crayon.

CHAPITRE 7

Le « modèle de Saxe » : variabilité des pratiques

I. Une comparaison des pratiques : pourquoi ?

Les recherches concernant les pratiques montrent une variabilité des pratiques enseignantes, due notamment à une marge de manœuvre locale ou à une dimension personnelle des pratiques (particulièrement les travaux réalisés³⁴ autour de la ‘double approche’ de Robert & Rogalski). Cela nous conduit à faire une dernière hypothèse selon laquelle il existe une diversité de pratiques liées aux outils informatiques par les enseignants même dans le cas d’incitations et de contraintes, relativement uniformes. Il s’agit ici de caractériser différents paramètres --personnels et institutionnels- qui ont une influence sur cette variabilité.

Nous allons faire cette caractérisation par une étude comparative des pratiques des deux professeurs observés. Nous faisons le choix de faire une étude ‘holistique’, c’est à dire de ne pas considérer séparément ces paramètres et leur influence, mais plutôt les rapports qu’ils entretiennent et la façon dont ils agissent conjointement. Nous avons vu en effet, dans les chapitres relatifs à l’observation des deux professeurs, que les décisions qu’elles prennent ne sont pas réductibles à une seule dimension d’analyse. Par exemple, Mme P_{EX} fait le choix de séparer les notions de croissance et de suite, et de réserver l’usage du tableur par les élèves à la première notion sous la double influence de considérations cognitives l’apport du tableur à l’étude de situations et à une première modélisation algébrique - et institutionnelles --la nécessité pour les élèves d’employer de façon adéquate la notation algébrique. De façon plus générale, nous rejoignons Monaghan (2004) quand il souligne qu’une approche analytique ne permet pas de rendre compte de la complexité des pratiques des professeurs spécialement en environnement informatique.

« (The) statement “we have many isolated, often arcane pieces to a larger puzzle, but we have no coherent, integrative picture of the whole” (Wertsch, 1991) could be applied to most of the literature on the use of technology in the teaching and learning of mathematics.”

³⁴ Les thèses préparées au sein de l’équipe DIDIREM : par exemple celles de Ben Salah , Hache, Pariès, Roditi, Sayac

Pour l'étude comparative des pratiques des deux professeurs observées poursuivie dans ce chapitre, il nous faut un outil d'analyse. Dans le chapitre 1, nous avons montré que les chercheurs sont conduits à développer des outils spécifiques afin de prendre en compte la dimension 'enseignant' dans l'intégration des outils informatiques à l'enseignement. Parmi ceux-ci, Monaghan (ibid.), notamment, propose d'utiliser un modèle pour rendre compte de façon holistique des pratiques des professeurs en environnement informatique telles qu'il les a observées au cours d'une étude expérimentale portant sur un grand nombre de classes. Il choisit d'utiliser un modèle adapté de Saxe (1991) que nous nommerons dans la suite « modèle de Saxe » et auquel il reconnaît les avantages suivants :

« This Saxian approach shares with Wertsch an attempt to preserve “as many dimensions of the general phenomenon under consideration as possible, thereby allowing one to move from one dimension to another without losing sight of how they fit together into a more complex whole.” »

Nous allons donc utiliser ce modèle comme outil de comparaison des pratiques. Dans les paragraphes suivants nous présentons d'abord le modèle puis nous expliquons l'adaptation de ce modèle par Monaghan(ibid), avant de l'utiliser pour la comparaison.

II. Le modèle de Saxe

Saxe (ibid.) étudie la relation entre le développement cognitif et la culture. Il s'intéresse plus précisément à l'apprentissage des mathématiques en montrant l'influence de la participation aux pratiques culturelles (par exemple les pratiques des enfants - vendeurs de sucres dans la rue) sur le développement de la pensée mathématique.

Le modèle de Saxe est centré sur les buts poursuivis dans l'activité. Selon l'auteur, ces *buts* constituent un élément essentiel liant les pratiques sociales et culturelles à l'activité cognitive. Plus précisément, le développement cognitif se construit à travers la poursuite de buts sociaux et culturels, par exemple la détermination du prix du sucre par des enfants (vendeurs) afin d'optimiser leur bénéfice.

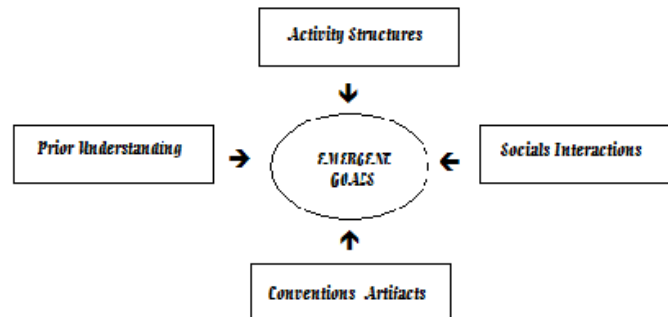
Dans ce modèle, les *buts* s'imposent aux sujets dans leurs pratiques. Ils ne sont pas fixés au début de l'activité mais émergent et se transforment pendant que les sujets mobilisent leurs connaissances et leurs capacités pour interagir dans la situation. Saxe les qualifie de 'buts émergents'.

“Goals, then, are emergent phenomena, shifting and taking new form as individuals use their knowledge and skills alone and in interaction with others to organize their immediate contexts”

Il définit quatre paramètres qui influent sur l'émergence des buts au cours de l'activité (Figure 109) :

Structuration de l'activité : elle concerne l'organisation des tâches qui doivent généralement être accomplies dans les pratiques et des motifs généraux de la participation aux pratiques.

Figure 109. Four-parameter model (Saxe, 1991)



Interactions sociales : ce paramètre comprend les relations entre les participants aux pratiques.

Conventions – artefacts : il s'agit des artefacts et des formes culturelles qui ont émergé dans l'histoire et qui interviennent dans les pratiques. Ils peuvent être conceptuels (comme les mécaniques Newtonien), symboliques (comme l'écriture ou le système des nombres) ou bien matériels (comme les outils informatiques).

Perceptions antérieures : Pour soutenir leurs pratiques, les sujets mobilisent des perceptions antérieures qui sont à la fois des contraintes et des facilitateurs pour les buts émergents.

III. Adaptation du modèle de Saxe par Monaghan dans le système d'enseignement

Monaghan (2004) applique le modèle de Saxe pour l'étude des activités de professeurs en environnement informatique. Comme nous avons présenté dans le chapitre 1 et au début de ce chapitre, son travail vise à développer un modèle 'holistique' des pratiques d'enseignants « ordinaires » qui utilisent des TIC dans l'enseignement des mathématiques.

Monaghan spécifie les éléments du modèle pour rendre compte du contexte social et culturel particulier que constitue l'activité du professeur. Selon Monaghan, la notion de *but émergent* rend compte des objectifs intermédiaires qui s'imposent à l'enseignant au cours de la séance, à la différence d'objectifs pouvant être explicités lors de sa préparation.

La notion de *but émergent* prend une dimension particulièrement importante en environnement informatique puisque, comme nous l'avons vu lors des observations, les professeurs ont peu de moyens pour contrôler a priori les situations d'apprentissage en environnement informatique.

Dans le contexte de l'activité du professeur, le paramètre *structuration de l'activité* comprend l'organisation générale des cours et des tâches de l'enseignant et des élèves. Monaghan présente l'organisation des cours comme un cycle d'activité. Par exemple le cycle d'activité d'un cours normal (sans informatique) est un exposé du professeur, suivi d'exercices des manuels à faire par les élèves. Le cycle d'activité d'un cours avec la technologie peut être une introduction courte à la tâche par le professeur et le travail individuel des élèves sur l'ordinateur avec des fiches d'activité préparées par le professeur.

Le paramètre *interaction sociale* est constitué des relations et des interactions entre le professeur et les élèves et entre les élèves.

Le paramètre *conventions - artefacts* est constitué des matériels utilisés par le professeur pendant les cours (des manuels, des fiches d'élèves et des logiciels) ainsi que des notations mathématiques.

Le paramètre *perceptions antérieures* comprend les connaissances mathématiques, pédagogiques et institutionnelles du professeur : la façon dont il voit l'apprentissage et l'enseignement, ce que sont les mathématiques pour lui, ses compétences mathématiques et techniques, etc.

A la différence de Saxe (1991) qui se centre sur l'influence des paramètres sur les buts, Monaghan (2004) considère les interrelations entre les paramètres. C'est pourquoi les interactions entre les paramètres sont présentes sur le schéma qui présente ce modèle (Figure110)

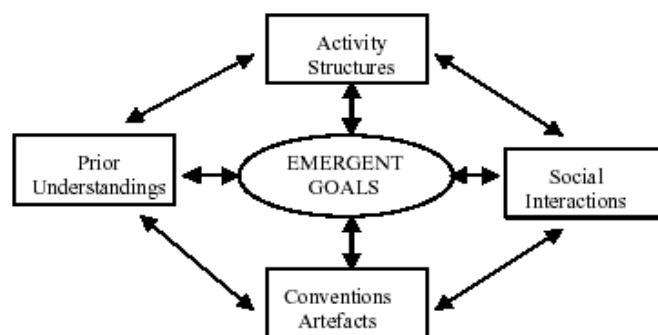


Figure110. Modèle de Saxe à quatre paramètres (Monaghan, 2004)

IV. Comparaison des pratiques de Mme P_{SCEP} et de Mme P_{EX}

Comme nous l'avons annoncé, nous allons utiliser ce modèle comme outil de comparaison des pratiques et pour cela, en premier lieu, étudier les quatre paramètres du modèle de Saxe pour chacun des professeurs en utilisant les résultats des chapitres d'observation (chapitre IV et V).

4.1. Les quatre paramètres pour les enseignants

STRUCTURATION DE L'ACTIVITE

Les caractéristiques générales de la *structuration de l'activité* de Mme P_{SCEP} sont les suivantes : elle enseigne une heure en classe entière sans utilisation du tableur et une heure en demi-classe en salle informatique pendant laquelle, après avoir distribué les fiches de travail, Mme P_{SCEP} laisse chaque élève travailler à son rythme. Les séances en salle informatique sont considérées comme un complément aux séances en salle de cours.

Les fiches proposées en salle informatique sont extraites d'un manuel scolaire de 1^{ère} L mais différent de celui qui est utilisé en classe. Elles contiennent des tâches précises et structurées visant essentiellement l'utilisation du tableur. Dans certaines fiches, il s'agit de tâches 'presse-bouton'.

Comme nous l'avons vu dans le chapitre qui lui est consacré, la *structuration de l'activité* de Mme P_{EX} n'est pas la même que celle de Mme P_{SCEP} : tous les cours de Mme P_{EX} ont lieu en salle informatique. En classe entière, les élèves travaillent en groupe avec un ordinateur à leur disposition. En demi-classe, les groupes présentent leur travail soit sur le tableau noir soit sur le tableur à l'aide d'un vidéo projecteur et Mme P_{EX} fait le cours proprement dit, à travers une synthèse des énoncés présentés.

Les fiches de Mme P_{EX} diffèrent aussi de celles de Mme P_{SCEP} : les tâches ne contiennent aucune indication concernant le tableur. Elle les prépare à partir de différentes ressources : les bases d'exercices pour les enseignantes de la classe de 1^{ère} L, les annales du baccalauréat, les manuels scolaire, etc.

INTERACTIONS SOCIALES

Les échanges de Mme P_{SCEP} avec ses élèves sont basés sur le contrôle individuel du travail réalisé par les élèves. La stratégie adoptée par Mme P_{SCEP} est différente selon les élèves. Elle donne des réponses et montre aussi certaines techniques d'utilisation du tableur pour les élèves qu'elle considère comme faibles. Elle se contente de donner quelques indications pour les élèves au niveau relativement bon. L'analyse des interventions de Mme P_{SCEP} nous a montré que les interventions de type didactique/ mathématique sont dominantes, notamment celles qui portent sur la validation. La dernière séance fait exception : les interventions informatiques sont très légèrement plus nombreuses du fait de l'utilisation de l'assistant graphique.

Contrairement aux *interactions sociales* de Mme P_{SCEP}, celles de Mme P_{EX} changent selon le type de séance. Dans les séances en demi-classe, Mme P_{EX} intervient le plus souvent au cours de la présentation du travail d'un groupe devant la classe. Elle pose des questions au groupe, fait des remarques sur les activités ainsi que sur les résultats présentés et elle demande des commentaires au reste de la classe. Pendant le travail en groupe dans la séance en classe entière, elle ne fait aucune

intervention sur le travail des élèves. Elle ne donne pas de réponse directe à leurs questions. Elle les invite plutôt à faire des recherches et à discuter dans le groupe.

CONVENTIONS – ARTEFACTS

Dans la classe de Mme P_{SCEP}, le tableur est explicitement défini pour les élèves comme l'artefact à utiliser. Les élèves l'utilisent régulièrement une heure chaque semaine. Au début de l'année, Mme P_{SCEP} n'a pas fait de séances d'initiation au tableur. Elle présente donc les fonctions de base du tableur quand les élèves en ont besoin.

Dans la classe de Mme P_{EX}, le tableur n'est pas placé comme artefact exclusif. Le choix d'utilisation est laissé aux élèves, particulièrement dans les séances du travail en groupe. Pourtant, Mme P_{EX} a consacré quelques séances au début de l'année à l'initiation au tableur à travers des activités proposées sur cet outil.

PERCEPTIONS ANTERIEURES

L'enseignement de mathématiques de Mme P_{SCEP} en classe de Première L comporte deux aspects différents : elle a une conception de l'enseignement de mathématiques classique qu'elle veut conserver tandis qu'elle doit utiliser des outils informatiques. L'utilisation du tableur dans son enseignement ne vise pas, donc, à l'apprentissage des mathématiques mais à une familiarisation des élèves avec les fonctions de base du tableur, qu'il lui permet ainsi de remplir le contrat institutionnel. Pour les suites, son enseignement n'est pas basé sur l'idée de modélisation. Elle ne voit pas, par ailleurs, un intérêt pour l'enseignement de suite à ce niveau avec le contenu proposé par le programme à cet effet.

Mme P_{EX} est prête à adopter facilement une approche différente de ce qu'elle poursuit pour l'enseignement des suites. Elle introduit les deux notions de croissance et de suite conformément aux instructions officielles. Son enseignement est basé sur une participation active des élèves à l'enseignement. Elle organise des séances de travail en groupe, favorise les discussions et propose des activités ouvertes. Les outils informatiques sont pour elle un moyen d'exploiter les notions et de motiver les élèves, particulièrement les élèves de cette classe dont les rapports plus positifs aux mathématiques en reconstruire.

4.2. Analyse comparative de deux séances

Nous réalisons notre comparaison des pratiques des enseignantes, pour la partie de séances dans laquelle un énoncé commun est proposé. Il s'agit de l'exercice de l'âge de Sabine (pour la classe de Mme P_{SCEP})/Lara (pour celle de Mme P_{EX}). L'exercice porte sur le versement effectué par rapport à l'âge de Sabine (Lara). Il s'agit d'une suite arithmétique de terme initial 100 et de raison 2. (voir pour l'analyse d'exercices, première séance en salle informatique de Mme P_{SCEP} et première séance de Mme P_{EX}, respectivement dans le chapitre IV et V)

Nous rappelons ici rapidement les déroulements de ces séances :

La séance de Mme P_{SCEP}

Lors de la séance précédente sans ordinateur, Mme P_{SCEP} avait introduit la notion de suite numérique, de mode de génération (suite définie explicitement ou par récurrence) et la notation indicielle d'une suite. Elle demande aux élèves de travailler cette notion sur le tableur dans cette séance informatique. Dans la fiche de travail, elle propose deux problèmes mais la plus part des élèves n'aborde que le premier problème. Le déroulement de la séance avance selon l'ordre des questions : calculer les premiers termes, choisir la formule-tableur de la suite, écrire la formule mathématique de la suite et calculer la somme de versements.

Le calcul des premiers termes de la suite n'est pas facilement réussi par tous les élèves. Il nous semble que cette difficulté vient d'une mauvaise lecture de l'énoncé. Ils confondent le versement effectué par an et la somme des versements.

Les élèves rencontrent pour la première fois la formule tableur d'une suite avec la tâche qui demande de choisir une formule parmi celles proposées. Mme P_{SCEP} attend que les élèves essaient ces trois formules sur le tableur et qu'ils remarquent le fonctionnement d'une référence absolue dans la formule en observant les résultats affichés pour la première formule ($= B2 + 2 \times A3$) et la dernière ($= \$B\$2 + 2 \times A3$). Mais la plupart des élèves, après avoir obtenu le résultat adéquat avec la deuxième formule ($=B2+2$), passent directement à la tâche suivante alors que Mme P_{SCEP} précise oralement à toute la classe, qu'il faut essayer toutes les trois formules.

Après avoir calculé les termes de la suite sur le tableur avec la formule proposée, il s'agit dans l'étape suivante de déterminer la formule mathématique explicite de la suite (u_n en fonction de n). Il n'est pas facile pour les élèves de convertir la formule tableur qu'ils viennent d'appliquer en formule mathématique. Mme P_{SCEP} essaie de faire calculer quelques termes de la suite pour montrer la règle de la suite et elle demande ensuite de remplacer le nombre d'années par n .

La dernière phase de la séance est consacrée au calcul de somme des versements. Les élèves devraient trouver une formule qui permette de calculer pour chaque année la somme des versements des années précédentes. Dans cette phase, contrairement aux *interactions sociales* de Mme P_{SCEP} avec ses élèves, elle n'intervient pas sur le travail des élèves et elle se contente de l'observer sans explication sur la formule de somme. Dans le cas général de ses interactions qui ne diffèrent pas de la salle de classe à la salle informatique, elle intervient souvent dans le travail des élèves soit en tableur soit en papier/crayon. Les élèves font appel à Mme P_{SCEP} pour confirmer leur travail de façon à passer une autre question.

La séance de Mme P_{EX}

L'objectif général de Mme P_{EX} pour cette séance est de déterminer les deux types de croissance (croissance linéaire et croissance exponentielle). La séance se déroule en quatre phases ; la première phase est la présentation du travail d'un groupe pour l'exercice de Lara, la deuxième phase porte sur l'introduction de la notion de croissance linéaire par Mme P_{EX}, la troisième consiste dans une présentation de la deuxième activité par un autre groupe et la séance se termine avec une synthèse rapide de Mme P_{EX} sur le rapport entre le coefficient multiplicateur et la croissance exponentielle.

Un groupe d'élèves est choisi par Mme P_{EX} pour présenter devant la classe leur travail réalisé dans la séance précédente. Le groupe commence à présenter son travail en interprétant l'énoncé et en calculant les trois premiers termes au tableur. Mais, comme dans la classe de Mme P_{SCEP}, les élèves ont du mal à interpréter la situation de l'énoncé. Par les interventions de Mme P_{EX} et celles du reste de la classe, le début de la présentation est consacré à la re-interprétation de la situation par le groupe.

Après le calcul des trois premiers termes en respectant le choix de l'environnement du travail du groupe, Mme P_{EX} met l'accent sur l'intérêt du tableur pour la suite et incite très fortement ce groupe à l'utiliser. Elle sollicite aussi le reste de la classe pour qu'il aide le groupe dans son utilisation. Un élève du groupe commence à construire la feuille de calcul. Pour le calcul de termes, il entre une formule inspirée des calculs qu'il vient de faire sur le tableur pour les trois premiers termes ($100 + 2 \times 1 = 102$ pour 1 an, $100 + 2 \times 2 = 104$ pour 2 ans, etc.). Il s'agit d'une formule explicite de la suite sur le tableur ($=100 + 2 * A3$, A3 est la référence à l'âge). Cependant Mme P_{EX} intervient sur la formule choisie par l'élève puisqu'elle voulait avoir une formule plus générale utilisant une référence absolue ($=\$B\$1 + 2 * A3$) pour désigner le terme initial 100. Afin de diriger les élèves vers l'adoption de cette formule, elle propose une nouvelle situation en changeant le terme initial. L'élève entre la même formule en changeant le terme initial et la recopie vers le bas. Mais Mme P_{EX} intervient encore une fois pour atteindre son objectif et elle introduit une contrainte : quand le terme initial change, il faut changer seulement une seule cellule sur la feuille de calcul. À la fin de quelques essais, l'élève trouve finalement la formule attendue par Mme P_{EX}. Elle demande de réactualiser la feuille de calcul pour revenir à leur activité de départ afin de calculer la somme des versements. À l'aide d'autres élèves, l'élève utilise la fonction Somme du tableur pour réaliser ce calcul.

4.3. But émergents et influence des paramètres

Rappelons que dans le modèle de Saxe, les quatre paramètres et leurs interactions modifient les objectifs de départ de l'enseignant ou en engendrent des nouveaux durant la séance créant ainsi des « buts émergents ». Analysons ce processus au cours des deux séances.

Dans la séance de Mme P_{SCEP}, l'objectif était de faire calculer des termes des suites sur le tableur et de faire travailler les élèves sur ordinateur. L'objectif de Mme P_{EX} était d'étudier les deux types de

croissance en utilisant le tableur. La *structuration de l'activité* choisie par Mme P_{SCEP} impose un travail sur tableur. La *structuration de l'activité* de Mme P_{EX} est plus souple. Les élèves ont un ordinateur à leur disposition mais Mme P_{EX} n'impose pas a priori son utilisation, ce qui en relation avec son point de vue sur le rôle de *l'artefact* et des *interactions sociales*. Les élèves doivent décider de l'environnement du travail qu'ils ressentent comme le plus adéquat pour une tâche donnée.

Les *perceptions antérieures* de Mme P_{EX} concernant l'utilisation des technologies entrent en contradiction avec son point de vue sur le rôle de *l'artefact* et des *interactions sociales*. L'objectif général de Mme P_{EX} dans sa classe est de changer la représentation des mathématiques chez les élèves qui ne sont pas à l'aise en mathématiques. Dans ses *perceptions antérieures* les technologies offrent une nouvelle entrée pour ses élèves dans l'enseignement des mathématiques et elles sont un moyen très fort pour attirer leur attention sur les notions mathématiques dans les cours. Il est important pour elle que les élèves utilisent effectivement le tableur alors même qu'elle souhaiterait que les élèves décident eux-mêmes cette utilisation. Dans la séance observée, cette utilisation s'impose à Mme P_{EX} comme un *but émergent*.

Un épisode dans la séance de Mme P_{EX} nous montre comment ces interactions entre différents paramètres produisent un effet sur les pratiques de Mme P_{EX} : en respectant le choix de la présentation du travail au tableau, au début de la séance, Mme P_{EX} a dû trouver un moyen pour inciter ses élèves à l'utilisation du tableur. Elle a engagé à cet effet un dialogue avec ses élèves sur l'aspect pragmatique des technologies pour les calculs et évite d'énoncer explicitement l'utilisation du tableur.

<p>Mme P_{EX} : bon, alors je vous signale que tout le monde attend pourquoi ? Qu'est-ce qu'on a à l'heure actuelle ? On fait tous les calculs à la main, est-ce qu'on a un moyen plus moderne pour faire ça ? On a un moyen plus moderne pour faire ça, vous faites à la main ?</p> <p>Elèves : outil informatique</p> <p>Mme P_{EX} : c'est-à-dire ?</p> <p>Elèves : le tableur</p> <p>Mme P_{EX} : le tableur, alors allez-y...</p>
--

Certaines difficultés dans la façon d'utilisation du tableur par les élèves apparaissent pendant les séances. Mme P_{SCEP} remarque que les élèves n'utilisent pas le tableur pour réaliser les calculs mais ils remplissent plutôt la feuille de calcul. Elle devrait donc contrôler les gestes des élèves et les manières dont ils ont calculé les termes des suites sur les feuilles de calcul. Elle devrait aussi préciser l'utilisation de la fonction 'recopier vers le bas' du tableur pendant la séance.

<p>Mme P_{SCEP} : et comment vous faites</p> <p>Elève1 : je calcule</p> <p>Mme P_{SCEP} : non, ce n'est pas à vous de calculer, c'est au tableur de calculer !</p> <p>Elève1 : mais si vite que l'ordinateur</p> <p>Mme P_{SCEP} : mais allez jusqu'à 200 ans comme ça ?</p> <p>Elève 1 : mais elle ne pourra pas avoir 200 ans cette pauvre fille</p>	<p>Mme P_{SCEP} : qu'est ce qui vous arrive ... ? Non, non, ne faites pas comme ça, ce qu'il faut faire</p> <p>Elève2 : moi ?</p> <p>Mme P_{SCEP} : il ne faut pas taper à chaque fois le calcul à faire</p> <p>Elève 2 : mais pourquoi pas ?</p> <p>Mme P_{SCEP} : il faut qu'on puisse... moi je veux que vous pouvez... . Prenez votre formule et recopiez vers le bas</p>
--	---

Nous constatons aussi qu'un *but* commun apparaît dans ces séances pour les deux enseignantes : dans les deux classes, l'utilisation des références absolues pour le calcul des termes n'était pas immédiate pour les élèves. Les élèves de Mme P_{SCEP} n'essaient pas la formule contenant la référence absolue parce que la formule précédente donnait un bon résultat. Comme Mme P_{SCEP} n'a pas pensé à cette possibilité avant la séance, durant la séance, elle a dû demander à chaque élève d'essayer toutes les trois formules même s'ils avaient obtenu un bon résultat. Quant à la classe de Mme P_{EX}, l'élève avait entré le même type de formule mais il avait utilisé le nombre constant au lieu de référence absolue. Mme P_{EX} a dû proposer de nouvelles situations et des conditions supplémentaires pour atteindre cet objectif.

Nous remarquons aussi des traces des *perceptions antérieures* des enseignantes aux technologies dans les conditions d'utilisation du tableur par les élèves : Mme P_{SCEP} n'a pas d'expérience dans l'utilisation des outils informatiques dans l'enseignement. Elle pense que l'utilisation du tableur est présente dans le programme de la classe de 1^{ère} L de façon à familiariser les élèves avec certaines fonctionnalités du tableur pour une formation générale. Elle reste donc très stricte sur la façon d'utiliser les fonctions du tableur par les élèves. Par exemple, pour écrire une référence absolue, l'un des élèves utilisait le symbole de \$ sur le clavier. Mme P_{SCEP} ne connaît que l'utilisation de la touche F4 et ne sait pas que cette touche ne fait qu'introduire le signe \$ aux endroits appropriés de la formule. Elle ne sait pas que l'écriture directe de ce signe dans la formule est équivalente et elle n'accepte pas l'utilisation de touche \$ sur le clavier. En revanche, Mme P_{EX} est 'expert' dans l'utilisation des technologies dans l'enseignement, notamment, grâce à sa participation aux projets de recherche depuis plusieurs années. Elle se montre donc plus ouverte aux différents usages des élèves dans la manipulation du tableur. Elle accepte facilement les différentes techniques instrumentées et intervient seulement quand elle veut montrer une autre technique à la classe.

4.4. Synthèse de la comparaison

A l'aide du modèle de Saxe, nous avons montré comment les interactions de différents paramètres influent sur les *buts émergents* et les pratiques des enseignants. Dans la perception de Mme P_{SCEP}, l'utilisation du tableur s'impose pour familiariser les élèves avec l'informatique alors que Mme P_{EX} souhaite que ses élèves reconnaissent la pertinence du tableur pour les tâches demandées. Une *perception antérieure* plus ambitieuse chez Mme P_{EX}, en relation avec son point de vue sur le rôle de *l'artefact* et des *interactions sociales* induit un *but émergent* qui n'existe pas chez Mme P_{SCEP} : elle doit convaincre les élèves de la pertinence du tableur. Atteindre ce but n'est pas immédiat et Mme P_{EX} est amenée à tenir un discours 'technophile' qui peut paraître contradictoire avec ses positions.

Nous avons aussi mis en évidence deux gestions différentes d'un même *but émergent* : conduire les élèves à utiliser une référence absolue pour généraliser la formule définissant une suite alors que

pour les élèves les références relatives suffisent. La notion de référence absolue est en effet importante dans les objectifs mathématiques mais la souplesse de l'*artefact* permet d'éviter d'y recourir. Mme P_{SCEP} impose ce recours sans tenter de le justifier, alors que Mme P_{EX} adapte la tâche pour en montrer la nécessité. Ici aussi des paramètres "plus ambitieux" imposent une gestion de classe plus exigeante. L'exemple des références absolues montre aussi un rapport différent des deux professeurs à la souplesse de l'*artefact* : alors que Mme P_{SCEP} ne connaît qu'une façon d'entrer ces références et l'impose aux élèves, Mme P_{EX} connaît les différentes techniques et laisse les élèves libres de leur choix.

V. Conclusion

Monaghan a utilisé ce modèle pour montrer la différence des pratiques entre les situations d'apprentissage avec et sans ordinateur. Comme le dit Monaghan, le modèle de Saxe permet de réaliser une analyse 'holistique' en prenant en compte de façon liée les effets de différents paramètres sur les pratiques. Cette analyse est particulièrement pertinente dans le cas de l'intégration des technologies qui ajoute un degré de complexité et de nouvelles contraintes. La comparaison que nous avons menée dans ce chapitre montre que le modèle permet aussi d'interpréter les positions différentes de deux professeurs pour un même enseignement et les conséquences de ces positions sur leur gestion de classe.

CONCLUSION
GENERALE

Notre travail de thèse vise à contribuer à l'étude des pratiques d'enseignants « ordinaires » en environnement technologique. Il s'agit de faire progresser les connaissances didactiques sur l'intégration des outils informatiques dans l'enseignement. Nous avons utilisé le terme « enseignant ordinaire » comme un raccourci pour désigner « enseignants observés dans leurs conditions ordinaires », ou, plus précisément, « enseignants soumis aux contraintes ordinaires de l'enseignement ». Notre choix d'étudier des enseignants « ordinaires » s'inscrit dans un mouvement récent de la didactique qui considère les pratiques des enseignants dans des situations moins expérimentales. Concernant la mise en œuvre des outils technologiques, ce mouvement permet notamment de prendre en compte le rôle important des contraintes de l'enseignement réel (Monaghan 2001, Stacey 2001, Ruthven, Hennessy 2002).

Notre objectif n'était pas de définir « une bonne pratique » pour l'environnement technologique mais de mieux connaître et comprendre les pratiques telles qu'elles existent. Dans cette perspective, en nous appuyant sur des résultats de recherches antérieures que nous avons analysées dans le premier chapitre, nous avons défini en deux axes notre champ d'étude. Le premier est celui de la complexité pour l'enseignant des situations d'intégration d'outils informatiques. Le deuxième est celui de la variabilité des pratiques.

En fonction de ces axes, nous sommes partie de l'idée que la gestion de classe par les enseignants est profondément marquée par les phénomènes résultant des contraintes et opportunités des outils technologiques. Nous avons considéré que ces phénomènes mettent en jeu de façon imbriquée des facteurs relatifs à la situation et à l'enseignant ; leur interprétation suppose donc un modèle où ces facteurs interviennent comme des « paramètres » interagissant dans l'action de l'enseignant. Ce modèle doit permettre à la fois d'interpréter les pratiques d'enseignants individuellement, mais aussi de rendre compte de la variabilité des pratiques d'un enseignant à l'autre.

Pour repérer ces facteurs et tester la mise en œuvre d'un modèle, nous avons choisi la classe de Première Littéraire pour laquelle les textes officiels imposent l'utilisation d'outils informatiques, notamment un tableur et prennent en compte cette utilisation à l'évaluation (baccalauréat). Ainsi, dans cette classe, l'institution prend position plus nettement que dans d'autres classes, en faveur de

l'utilisation de la technologie. Ceci place l'enseignant de cette classe dans une position différente par rapport aux contraintes institutionnelles et matérielles. D'une part, il n'est pas soumis, comme dans d'autres classes, à une position ambiguë de l'institution qui pousse aux usages sans modifier en ce sens les contenus et l'évaluation, et d'autre part il lui est plus facile d'obtenir les conditions matérielles nécessaires à l'intégration de l'outil.

Les incitations institutionnelles, aussi bien dans le programme que dans les manuels et au Baccalauréat, et les conditions matérielles permettent ainsi aux professeurs qui enseignent dans cette classe d'assurer une utilisation régulière du tableur, ce qui est l'une des conditions nécessaires d'une « intégration ». Nous avons cependant fait l'hypothèse que même avec ces conditions favorables, l'intégration du tableur ne va pas de soi, à cause de la complexité qu'il introduit dans les situations de classe. Par ailleurs, ces conditions font que les professeurs qui enseignent ce programme sont dans des situations relativement uniformes, alors que dans d'autres classes, les conditions d'accès au matériel, ainsi que les possibilités de négocier des usages des technologies en classe de mathématiques peuvent être très différentes d'un enseignant à l'autre. Nous avons fait ici aussi l'hypothèse qu'il existe malgré ces conditions uniformes une variabilité dans la gestion de la complexité par l'enseignant sous l'influence de facteurs propres à celui-ci.

Nous nous sommes donc intéressée en premier lieu à l'intégration du tableur dans les situations d'apprentissage en mathématiques en tirant parti des recherches antérieures sur le tableur et sur l'enseignement de la notion de suite. Nous avons étudié le programme de la classe de 1^{ère} L mais aussi ceux de Seconde, d'autres sections de Première et de Terminale. Il nous paraissait ainsi intéressant de voir quel usage du tableur était institutionnellement visé dans d'autres classes de lycée et les contraintes qui pouvaient y exister de façon à situer les choix qui sont faits pour la 1^{ère} L.

Les objectifs du programme de 1^{ère} L ne sont pas les mêmes que ceux des autres sections. L'enseignement à ce niveau cherche plutôt à faire exister des connaissances qui permettent d'interpréter facilement les phénomènes quotidiens et les informations fournies dans les médias. Une des conséquences est que les éléments théoriques des notions étudiées n'occupent pas une place centrale dans les objectifs. Ainsi, la notion de suite est présentée dans le programme comme un moyen de modéliser des types de croissance dans le but d'appréhender certaines questions : comparaison de croissances, prévisions... Cela conduit le programme à privilégier les registres numérique et graphique.

A côté des programmes officiels, les manuels scolaires constituent une référence pour les pratiques des enseignants. C'est pourquoi nous avons analysé trois manuels scolaires de la classe de 1^{ère} L. Nous avons d'abord étudié l'initiation au tableur dans ces trois manuels. Nous avons observé que les fonctions du tableur différaient, pour cette partie, d'un manuel à l'autre. A titre d'exemple, un seul manuel présente l'assistant graphique du tableur. Puis nous avons réalisé une analyse du chapitre consacré à la notion de suite. Cette analyse consistait d'abord à déterminer les types de

tâches proposés par les manuels, suivant les trois environnements que nous avons définis comme : papier/crayon, tableur, mixte. À l'aide d'un logiciel statistique et en nous appuyant sur cette analyse des types de tâches, nous avons réalisé une étude de type factorielle, ce qui nous a permis de situer différents profils de manuels concernant l'utilisation du tableur dans les activités proposées.

Un manuel privilégie les activités d'articulation entre tableur et papier/crayon et la construction des feuilles de calcul. Il s'agit le plus souvent de recopier une feuille de calcul en suivant des instructions 'presse-bouton'. Un autre donne une place importante à la construction d'une formule-tableur. Dans le troisième, il y a très peu d'activités sur tableur.

Ensuite, nous avons étudié les techniques présentées dans les manuels pour accomplir les tâches à l'aide du tableur, ainsi que leurs valeurs pragmatique et épistémique. Nous avons montré qu'un seul manuel avait mis en avant une telle présentation des techniques instrumentées, notamment celles qui concernent le calcul des termes d'une suite, en indiquant les gestes correspondants.

Sur le plan expérimental, nous avons observé deux professeurs qui, bien que tous les deux ayant une longue expérience d'enseignement, présentent des profils contrastés. L'une -Mme P_{SCEP}- enseigne en Première L malgré un *scepticisme* marqué pour les apports du tableur aux apprentissages mathématiques. L'autre -Mme P_{EX}- base son engagement dans l'enseignement en Première L sur les potentialités du tableur pour l'apprentissage des mathématiques. Nous avons qualifié le rapport aux TICE de ce professeur comme celui d'un *expert*.

L'analyse des leurs pratiques lors des séances consacrées à l'enseignement des suites a été réalisée en deux temps : dans un premier temps, nous avons fait une analyse locale des pratiques de chaque enseignante à partir d'entretiens et de scripts des séances, puis une analyse plus globale axée sur deux composantes : les techniques/gestes instrumentés attendus/apparus et les interventions auprès des élèves. Nous présentons les résultats essentiels de ces analyses.

Les enseignantes adoptent des stratégies différentes d'enseignement et d'intégration du tableur. L'observation de Mme P_{SCEP} montre qu'elle ne voit pas de réel intérêt à la notion de croissance bien qu'une spécificité du programme de Première L soit de lier cette notion à celle de suite. Elle fait globalement un cours 'classique' sur les suites avec les définitions formelles des éléments concernés, faisant seulement une allusion rapide au vocabulaire des croissances après ce cours. Sa stratégie d'intégration du tableur consiste dans l'utilisation de cet outil lors des séances en salle informatique comme une 'application' des cours 'théoriques'.

Mme P_{EX}, en revanche, introduit les deux notions de croissance et de suite. Elle choisit de séparer les deux notions en utilisant le vocabulaire des croissances pendant plusieurs séances où le tableur est utilisé par les élèves avant de passer à la notion de suite. Cette stratégie d'enseignement donne une place importante à la « modélisation » que Mme P_{EX} souligne d'ailleurs auprès des élèves : les types de croissance modélisent des situations et sont théorisés à l'aide de la notion de suite. Sa stratégie d'intégration du tableur est globalement la suivante. Elle met en place un usage de l'outil

en deux étapes. Lors du travail en groupe, le tableur est à la disposition des élèves comme un outil d'exploration mais le recours au tableur laissé à leur initiative. Lors des séances de bilan, il est utilisé comme un outil de présentation du travail des élèves.

Considérons les types de tâches proposés sur tableur et les interventions qui les accompagnent. Les élèves de Mme P_{SCEP} ont souvent à entrer des feuilles de calcul en suivant des instructions 'presse-bouton'. Ainsi, l'entrée de données dans le tableur est rarement un moment où ils réfléchissent sur les situations proposées et se les approprient. Ce phénomène est renforcé par divers choix de Mme P_{SCEP} qui n'orientent pas les élèves vers les enjeux mathématiques des situations. Elle intervient le plus souvent pour remédier à un dysfonctionnement. Ses interventions s'adressent le plus souvent à des élèves individuellement et portent sur le fonctionnement du tableur sans en discuter les raisons qui pourraient avoir une signification mathématique. Ce fonctionnement est d'autant plus marqué que Mme P_{SCEP} s'adresse à des élèves de niveau faible. Elle laisse plus d'autonomie et d'initiative aux meilleurs élèves, c'est-à-dire à ceux qui ont intégré les éléments mathématiques sur les suites données dans le cours. Ainsi, il semble qu'elle fasse confiance à ces derniers pour réinvestir leurs connaissances dans le tableur, alors que pour les autres, elle ressent une impossibilité de leur faire dépasser un contrat d'activité minimum consistant en une série de tâches sur le tableur.

Les fiches de travail de Mme P_{EX} laissent les élèves libres d'utiliser ou non le tableur, de façon cohérente avec sa volonté de former les élèves à choisir par eux-mêmes le « bon outil ». Cependant, notamment en bilan, les interventions de Mme P_{EX} renforcent l'usage du tableur. Lors du travail en groupe, les interventions de Mme P_{EX} sont peu directives : elle intervient surtout pour faire préciser la méthode de résolution adoptée dans les groupes. Dans les séances du bilan, elle contrôle de près la présentation des élèves et intervient régulièrement. A priori, les élèves devraient présenter leur travail de façon non dirigée, mais bien souvent, Mme P_{EX} doit intervenir pour que la séance porte ses fruits, à tel point que les élèves interrogés deviennent des 'sherpas'.

Etudions la façon dont les deux professeurs font utiliser le tableur par les élèves. Mme P_{SCEP} ne connaît qu'un nombre limité de techniques instrumentées pour une tâche donnée –souvent pas plus d'une- et tend donc à les imposer de façon rigide aux élèves. De notre point de vue, ses interventions portent sur les aspects *pragmatiques* des techniques. Mme P_{EX} se montre en revanche ouverte aux différents usages des élèves dans la manipulation du tableur. Elle accepte facilement différentes techniques instrumentées. Ses interventions visent à montrer à un élève comment il peut appliquer de façon économique la technique qu'il a choisie plutôt qu'à lui imposer une technique « officielle ». Il semble à première vue que ce soit l'aspect *pragmatique* des techniques qui soit ainsi valorisé. Cependant, nous l'avons noté, le travail sur les techniques que requière leur optimisation peut contribuer à leur donner une valeur *épistémique*.

En ce qui concerne les potentialités du tableur, les deux enseignantes accordent une place importante à l'exploitation du registre numérique du tableur dans l'enseignement des suites, qui est le plus directement accessible avec le tableur. Le registre graphique est peu sollicité. Dans les

situations où une approche graphique des suites est prévue, le professeur doit consacrer du temps à familiariser les élèves avec l'assistant graphique du tableur au détriment du temps que les élèves auraient à consacrer à l'interprétation des courbes.

L'évaluation des connaissances informatiques dans à l'épreuve du baccalauréat nous a conduit à nous intéresser aux pratiques d'évaluations des enseignants. Dans le chapitre 6, nous avons analysé les pratiques d'évaluation de Mme P_{EX}. Cette analyse nous a permis de repérer un contrat institutionnel minimum pour le baccalauréat : les élèves doivent être capables de répondre à des questions sur les suites de façon « classique » tout en manifestant une certaine connaissance du tableur. Ce contrat est très en deçà des objectifs du programme qui voudraient dépasser le point de vue classique sur les suites en intégrant le tableur dans une démarche de modélisation. L'analyse nous montre aussi qu'un professeur, même expérimenté et motivé par les objectifs du programme comme Mme P_{EX}, est plus ou moins obligé de se conformer à ce contrat minimum.

Mme P_{SCEP} et Mme P_{EX} sont toutes les deux expérimentées, consciencieuses et dévouées, mais elles ont une perception différente de l'enseignement en 1^{ère} L. La réserve qu'observe Mme P_{SCEP} relativement à une conception nouvelle de l'enseignement des suites contraste avec les ambitions et l'engagement de Mme P_{EX}. Il n'est pas étonnant que les pratiques soient aussi bien différentes. Mme P_{SCEP} se conforme d'emblée à ce que nous avons appelé plus haut « le contrat minimum », ignorant ce que pourrait apporter aux élèves la démarche de modélisation que Mme P_{EX} met explicitement en œuvre. Nous avons vu qu'il n'est pas toujours facile à Mme P_{EX} de faire vivre cette démarche, notamment quand elle doit concilier la liberté laissée aux élèves de l'outil à utiliser avec sa volonté de développer des usages « épistémiques » du tableur. Nous avons vu aussi comment l'évaluation la ramène vers le contrat minimum.

Nous avons ainsi repéré l'influence globale des positionnements des professeurs interagissant avec les contraintes liées au tableur, sur leurs pratiques. Nous avons souhaité dépasser ce repérage pour tenter d'interpréter plus finement des phénomènes observés en classe. Comme nous l'avons dit plus haut, cette interprétation suppose un modèle qui rende compte de l'interaction de « paramètres » dans l'action de l'enseignant. Le modèle dit « de Saxe » vise à une approche 'holistique' des pratiques, cohérente avec notre idée d'une interaction de paramètres. Les phénomènes y sont décrits en termes de « buts émergents ». Nous avons fait fonctionner ce modèle sur les deux professeurs observés et nous avons constaté que les paramètres propres à un enseignant pouvaient engendrer des buts émergents spécifiques, mais aussi que des paramètres différents chez les deux professeurs pouvaient entraîner une gestion différente d'un même but.

Voici un exemple de but émergent qui n'existe que pour Mme P_{EX}. La liberté laissée aux élèves de l'outil à utiliser provient d'une *perception antérieure* relative aux buts de l'enseignement confortée par son point de vue sur les *interactions sociales*. Elle entre en conflit avec le rôle que Mme P_{EX} souhaite donner à l'*artefact* tableur dans l'activité des élèves. Ce conflit induit chez elle un *but émergent* : Elle doit convaincre les élèves de la pertinence du tableur. Atteindre ce but n'est pas

immédiat et Mme P_{EX} est amenée à tenir un discours 'technophile' qui peut paraître contradictoire avec ses positions. Ce but émergent n'existe pas chez Mme P_{SCEP}, puisque, pour elle, l'utilisation du tableur est obligatoire pour familiariser les élèves avec l'informatique.

Voici un exemple de deux gestions différentes d'un même *but émergent* : il est important pour les deux professeurs de conduire les élèves à utiliser une référence absolue pour généraliser la formule définissant une suite alors que pour ceux-ci les références relatives suffisent. Mme P_{SCEP} impose ce recours sans tenter de le justifier, alors que Mme P_{EX} adapte la tâche pour en montrer la nécessité. Le traitement de ce but émergent montre aussi un rapport différent des deux professeurs à la souplesse de l'*artefact* : alors que Mme P_{SCEP} ne connaît qu'une façon d'entrer ces références et l'impose aux élèves, Mme P_{EX} connaît les différentes techniques et laisse les élèves libres de leur choix. Les deux exemples montrent que des paramètres "plus ambitieux" imposent une gestion de classe plus exigeante où le professeur doit à tout moment adapter son action pour concilier ces paramètres.

Dans le cadre limité de cette thèse, nous avons privilégié l'utilisation d'un modèle comme cadre interprétatif. Ce choix est cohérent avec notre idée d'une situation complexe qui ne peut se comprendre que par l'interaction de paramètres de nature différente. Nous sommes consciente de ce que les observations que nous avons menées pourraient être interprétées plus systématiquement dans les approches généralement utilisées pour étudier la question de l'enseignant dans ses usages de technologies pour l'enseignement des mathématiques, notamment instrumentale et anthropologique. Ce travail reste à faire. Il permettrait de voir comment le modèle utilisé ici se situe par rapport à ces approches ou les complémente. Une hypothèse est que le modèle permet de rendre compte de l'interaction dans l'action du professeur d'éléments relatifs à différentes approches. Par exemple, le but émergent chez Mme P_{EX}, de motiver les élèves pour l'utilisation du tableur plutôt que de l'imposer, peut s'interpréter dans une perspective anthropologique -donner de l'autonomie aux élèves pour la construction de techniques- et dans une perspective instrumentale -la non disponibilité de schèmes d'usages du tableur chez les élèves qui leur fait préférer le papier/crayon y compris pour des tâches impliquant une certaine répétition. Il faudra, pour valider cette hypothèse, examiner les « paramètres » de Saxe relativement aux différentes approches. Ceci reste donc un travail que nous envisageons à réaliser à la suite de notre thèse.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] ABBOUD- BLANCHARD M (1998), 'Réflexion sur la formation des enseignants à l'utilisation de logiciels dans leur enseignement ', in *Faire des mathématiques avec un système de calcul formel*, DT et DESCO, CRDP de champagne –Ardenne, Vol 1.pp.137-154
- [2] ABBOUD- BLANCHARD M. (1994) *L'intégration de l'outil informatique à l'enseignement secondaire des mathématiques : symptôme d'un malaise. Un exemple : l'enseignement de la symétrie orthogonale au collège*, Thèse, Université Paris VII..
- [3] ABRAMOVICH S., BRANTLINGER A. (1998). 'Spreadsheet-Based Tool Kit for Modeling Concepts in Elementary Number Theory', In Skala H. (Ed), *Proceedings of the Third Biennial Symposium on Mathematical Modeling in the Undergraduate Curriculum*, pp.28-38, University of Wisconsin-La Crosse: Mathematics Department.
- [4] AINLEY J. (1999)'Doing Algebra-Type Stuff : emergent algebra in the primary school' In O. Zaslavsky(Ed.), *Proceedings of the 23th International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, Haifa, Israel.
- [5] ARTIGUE M. (1998) 'Teacher training as a key issue for the integration of computer technologies', In Tinsley J. D.& Johnson D. C. (Eds), *Information and communication technologies in school mathematics*, Chapman and Hall, pp. 121-129.
- [6] ARTIGUE M. (1988) 'Ingénierie didactique', *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol.9/3, pp.281-308.
- [7] ARTIGUE M. (1990) 'Analyse de processus d'enseignement en environnement informatique', *Petit x*, n° 26, pp. 5-27.
- [8] ARTIGUE M. (2002). 'Learning mathematics in a CAS environment: The genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work', *International Journal of Computer for Mathematical Learning*, vol.7, pp.245-274
- [9] ASSUDE T., GRUGEON B., (2003) ' Enjeux et développements d'ingénieries de formation des enseignants pour l'intégration des TICE', In Lagrange J.B. & al. (Eds), *Actes en ligne du colloque International ITEM*, Reims, Juin 2003. [www.reims.iufm.fr /Recherche/](http://www.reims.iufm.fr/Recherche/)
- [10] BAKER J. & SUGDEN S. (2003) 'Spreadsheets in Education: The First 25 Years', *Spreadsheets in Education (eJSiE)*, Vol.1/1, <http://www.sie.bond.edu.au/>.
- [11] BALACHEFF N. (1994) 'La transposition informatique. Note sur un nouveau problème pour la didactique', In *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*. pp. 364-370. La Pensée Sauvage, Grenoble.
- [12] BEARE R. (1993) 'How spreadsheets can aid a variety of mathematical learning activities from primary to tertiary level', In Burton L. & Jaworski B. (Eds.) *Technology in*

- Mathematics Learning - a bridge between teaching and learning Technology*, Birmingham, U.K.: pp.117-124.
- [13] BERNARD R., FAURE C., NOGUES M. & TROUCHE L. (1996) L'intégration des outils de calcul dans la formation initiale des maîtres. *Rapport de recherche IUFM-MAFPEN*, Montpellier : IREM, Université Montpellier II.
- [14] BLOCH I. (1999) 'L'articulation du travail mathématique du professeur et de l'élève dans l'enseignement de l'analyse en première scientifique', *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol.19/2, pp.135-193.
- [15] BOSCH M., CHEVALLARD Y. (1999) 'La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs. Objet d'étude et problématique', *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol. 19/1, pp. 77-124.
- [16] BROUSSEAU G. (1989) 'Le contrat didactique : le milieu', *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol. 9/3, pp. 309-336.
- [17] BROUSSEAU G. (1995) 'L'enseignant dans la théorie des situations didactiques', In Perrin-Glorian M.-J., Noirfalise R. (Eds), *Actes de la VIII^{ème} école d'été de didactique des mathématiques*, Clermont Ferrand : IREM, pp. 3-46.
- [18] BRUILLARD E. (1995) Usage des calculatrices à l'école élémentaire et au début du collège. *Rapport de recherche*. Créteil : IUFM de Créteil.
- [19] CAPPONI B. (1990) *Calcul algébrique et programmation dans un tableur. Le cas de multiplan*, Thèse, Université Joseph Fourier, Grenoble.
- [20] CAPPONI B. (1999) 'Le tableur pour le collège, un outil pour l'enseignement des mathématiques', *Petit x n°52*, IREM de Grenoble, pp.5-42.
- [21] CAZES C. (1996) *Un dispositif d'apprentissage des suites, en première année d'enseignement supérieur. Formation à distance et nouvelles technologies*, Thèse, Université de Paris VII.
- [22] CHEVALLARD Y. (1999) 'L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique', *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol.19/2, pp.221-265.
- [23] COMITI C. & GRENIER D. (1997) Régulations didactiques et changements de contrat, *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol.17/3, pp.81-102.
- [24] CONNE F. (1992) Savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique, *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol. 12/2.3, pp.221-270.
- [25] DEP (2004) 'Les pratiques d'évaluation des enseignants de collège', Note évaluation 04.13, décembre 2004

- [26] FROMENTIN J. (1997) 'La calculatrice au collège', In Legrand, P. (coord. par) *Profession enseignant, les maths en collège et en lycée*. Paris : Hermann.
- [27] GRETIC (IUFM de REIMS) (2001) 'Enseignants en formation initiale : quelle formation pour quelles compétences ?', In *Compétences TICE des enseignants et des formateurs*, INRP, <http://www.inrp.fr/Tecne/Savoirplus/Rech40003/Sympcomp01.htm>
- [28] GUIN D. (2001) 'Intégration des outils de calcul symbolique dans l'enseignement des mathématiques : comment concevoir une formation mieux adaptée ?', *Acte de l'université d'été « le métier d'enseignant de mathématiques au tournant du XXI^{ème} siècle »*, APMEP 133, pp. 77-93..
- [29] HASPEKIAN M.(2005), *Intégration d'outils informatiques dans l'enseignement des mathématiques. Etude du cas des tableurs*, Thèse, Université Paris VII.
- [30] HERSANT M. (2001) *Interactions didactiques et pratiques d'enseignement. Le cas de la proportionnalité au collège*, Thèse, Université Paris VII.
- [31] HSIAO F.S.T. (1985) 'Micros in mathematics education - Uses of spreadsheets in CAL'. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, vol.16/6, pp.705-713.
- [32] HUGHES-HALLETT D., et al. (1998). *Calculus, Single Variable*. New York, Wiley
- [33] KENDALL M., STACEY K (2001) 'The impact of teacher privileging on learning differentiation with technology' *International journal of computers for mathematical learning*, vol. 6/2, pp. 143-15.
- [34] KENDALL M., STACEY K., PIERCE R. (2002) 'L'influence des environnements de calcul formel sur les modes de travail des enseignants', In Guin D., Trouche L.(coord. par) *Calculatrice symboliques Transformer un outil en un instrument du travail mathématique : un problème didactique* , pp. 117-149, Grenoble: La Pensée Sauvage.
- [35] KUZNIAK A. (1994) *Étude des stratégies de formation en mathématiques utilisées par les formateurs de maîtres au premier degré*. Thèse, Université Paris VII.
- [36] LACHAMBRE B (1998), 'Formation des enseignants de mathématiques (second degré)', in *Faire des mathématiques avec un système de calcul formel, DT et DESCO, CRDP de champagne –Ardenne*, Vol 1,pp.129-136
- [37] LACHAMBRE B., ABOUD-BLANCHARD M. (1996) 'Training of mathematics teachers', *International DERIVE Journal*, Vol 3/3.
- [38] LAGRANGE J.B, ARTIGUE M., LABORDE C. & TROUCHE L. (2003), 'Technology and Mathematics Education: A Multidimensional Study of the Evolution of Research and

- Innovation', In Bishop A.J. et all. (Eds.), *Second International Handbook of Research in Mathematics Education*, pp.239-271, Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- [39] LAGRANGE J.B. (2000), 'L'intégration des instruments informatiques dans l'enseignement : Une approche par les techniques', *Educational Studies in Mathematics*, vol.43/1, pp.1-30.
- [40] LAGRANGE JB. (2002) 'Etudier les mathématiques avec les calculatrices symboliques. Quelle place pour les techniques ?' In Guin D., Trouche L.(coord. par) *Calculatrice symboliques Transformer un outil en un instrument du travail mathématique : un problème didactique* , pp.151-185. Grenoble : La Pensée Sauvage.
- [41] LEWIS P. (2001) 'Use Spreadsheets to Teach Mathematics and Meet Standards', *National Educational Computing Conference*, Chicago, Illinois, June 25-27 2001
- [42] MARGOLINAS C. & PERRIN-GLORIAN M.J. (1997) Editorial du numéro, *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol. 17/3, pp. 7-15.
- [43] MARGOLINAS C. (1993) 'La structuration du milieu et ses apports dans l'analyse a posteriori des situations', In Margolinas (Ed.) *Les débats de didactique des mathématiques*, pp.89-102, Grenoble : La pensée sauvage.
- [44] MONAGHAN J. (2001) 'Teachers' classroom interactions in Ict-based mathematics lessons', In M. van den Heuvel (Ed.), *Proceedings of the 25th International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, Vol. I, pp. 383 -390, Utrecht, The Netherlands: OW&OC.
- [45] MONAGHAN J. (2004) 'Teachers' Activities in Technology-based Mathematics Lessons', *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, Vol. 9/3, pp. 327-357.
- [46] MORISHITA E., IWATA Y., YOSHIDA K.Y.,YOSHIDA H. (2001) 'Spreadsheet fluid dynamics for aeronautical course problems', *International Journal of Engineering Education* Vol.17/3, pp.294 - 311.
- [47] MOUSLEY J., LAMBDIN D., KOÇ Y. (2003) 'Mathematics teacher education and technology', In Bishop A.J. et all. (Eds.), *Second International Handbook of Research in Mathematics Education*, pp. 395, Dordrecht : Kluwer Academic Publishers.
- [48] OCDE (2001) *L'école de demain* ' Les nouvelles technologies à l'école : Apprendre à changer', OCDE (Eds).
- [49] OCDE (2004) *Completing the Foundation for Lifelong Learning: An OECD survey of upper secondary schools*, OCDE (Eds).
- [50] PERRIN-GLORIAN M.J. (2002), Chapitre 8 : Didactique des mathématiques, in Bressoux P. (éditeur) *Les stratégies de l'enseignant en situation d'interaction. Note de synthèse pour*

- Cognitive. Programme Ecole et Sciences cognitive*, Université Pierre Mendès France Grenoble 2, remis au Ministère de la Recherche en février 2002, pp. 203-239.
- [51] ROBERT A. (1982), *L'acquisition de la notion de convergence des suites numériques dans l'enseignement supérieur*, Thèse d'état, Université de Paris VII
- [52] ROBERT A.(1990), 'l'enseignement de la convergence des suites numériques en DEUG, enseigner autrement les mathématiques en DEUG A première année, Brochure inter-IREM
- [53] ROBERT A. (2001) 'Les recherches sur les pratiques des enseignants et les contraintes de l'exercice du métier d'enseignant', *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol. 21/ 1.2, pp. 57-80.
- [54] ROBERT A., ROBINET J. (1996) 'Prise en compte du méta en didactique des mathématiques', *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol. 16/2
- [55] ROBERT A., ROGALSKI J. (2002) 'Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche', *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, Vol. 2 /4, pp. 505-528.
- [56] RODITI E. (2001) *L'enseignement de la multiplication des décimaux en sixième - Étude de pratiques ordinaires*, Thèse, Université de Paris VII.
- [57] ROJANO T. & SUTHERLAND R. (1997) 'Pupils strategies and the Cartesian method for solving problems: the role of spreadsheets', *Proceedings of the 21st Int. Conference for the Psychology of Math. Education*, Vol.4, Finlande, pp.72-79.
- [58] ROUCHIER A. (1996) 'Connaissances et savoirs dans le système didactique', *Recherches en didactique des mathématiques*, Vol.16/2, pp.177-196
- [59] RUTHVEN K., HENNESSY S. (2002) 'A practitioner model of the use of computer –based tools and resources to support mathematics teaching and learning', *Educational Studies in Mathematics*, Vol. 49, pp. 47–88.
- [60] SAXE G. B. (1991) *Culture and Cognitive Development: Studies in Mathematical Understanding*. Hillsdale NJ: Laurence Erlbaum Associates.
- [61] SAXE G. B., GEARHART M., SELTZER M. (1999), 'Relations between classroom practices and student learning in the domain of fractions', *Cognition and Instruction*, Vol.17, pp.1-24.
- [62] SCHNEIDER E. (2000) 'Teacher Experiences with the Use of a CAS in a Mathematics Classroom.', *International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education*, Vol. 7/2, pp.119-141.
- [63] SHER D. B. (1997) 'Spreadsheets for Applying the Harvard Approach to Precollege Algebra' *Eastern Regional NCTM Conference*, Long Island, NY.

- [64] SPALLANZANI, C, LENOIR, Y.,, LEBRUN, J., BIRON, D., ROY, G.-R., LAROSE, F. & MASSETER, G. (2001). *Le rôle du manuel scolaire dans les pratiques enseignantes au primaire*. Sherbrooke: CRP.
- [65] TALL D. (1997) 'Functions and calculus', In Bishop A.J. et al. (eds.) *International Handbook of Mathematics Education*, pp. 289-325.
- [66] TROUCHE L. (2002) 'Les calculatrices dans l'enseignement des mathématiques : une évolution rapide des matériels, des effets différenciés', In Guin D., Trouche L.(coord. par) *Calculatrice symboliques Transformer un outil en un instrument du travail mathématique : un problème didactique* , pp. 1-33. Grenoble : La Pensée Sauvage
- [67] VOCKELL E., VAN DEUSEN R. M. (1989) *The computer and higher-order thinking skills*, Watsonville, CA, Mitchell Publishing Company.
- [68] WERTSCH (1991) *Voices of the Mind*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- [69] WOOD L. N., D'SOUZA S.M. (2001) 'Investigating the Effects of Using Spreadsheets in a Collaborative Learning Environment', *The Sixth Asian Technology Conference in Mathematics (ATCM2001)*, RMIT University, Melbourne, Australia, ATCM, Inc.
- [70] ZBIEK R.M. (1995) 'Her math, their math : an in-service teacher's growing understanding of mathematics and technology and her secondary students' algebra experience', *Proceedings of the PME 17*, pp.221-225. USA: Colombus (OH).

ANNEXES

Sommaire des annexes

Annexe 1	311
Une brève histoire du tableur	311
Annexe 2	315
Textes Officiels.....	315
Annexe 2.1	317
Le programme de mathématique - informatique de la classe de 1ère L.....	317
Annexe 2.2	321
Le B.O. concernant le Baccalauréat-Epreuve anticipée de	321
mathématiques- informatique de la série L	321
Annexe 3	323
Manuels Scolaires	323
Annexe 3.1 Liste des types de tâches	325
Annexe 3.2 Grilles de classification des exercices/problèmes dans le manuel Déclic (1)	326
Annexe 3.3 Grilles de classification des exercices/problèmes dans le manuel Delagrave.....	329
Annexe 3.4 Grilles de classification des exercices/problèmes dans le manuel Indice (1)	330
Annexe 4	333
Les séances de Mme P_{SCEP}	333
Annexe 4.1	335
1 ^{ère} séance de Mme P _{SCEP} en salle informatique (23.01.2003)	335
Annexe 4.2	341
2 ^{ème} séance de Mme P _{SCEP} en salle informatique (30.01.2003)	341
Annexe 4.3	348
3 ^{ème} séance de Mme P _{SCEP} en salle informatique (06.02.2003)	348
Annexe 5	357
Les séances de Mme PEX	357
Annexe 5.1	358
1 ^{ère} Séance de Mme PEX (09.01.2003)	358
Annexe 5.2	363
2 ^{ème} séance de Mme PEX (23.01.2003).....	363
Annexe 5.3	368
Séquence de la modélisation (1) : 3 ^{ème} séance de Mme PEX (29.01.2003).....	368
Annexe 5.4	372
Séquence de la modélisation (2) : 4 ^{ème} séance de Mme PEX (30.01.2003).....	372

Annexe 1
Une brève histoire du tableur

Annexe 1

Une brève histoire du tableur ¹

Dans le langage des comptables américains, « spreadsheet » désignait depuis toujours une grande feuille de papier, divisée en lignes et en colonnes et utilisée pour présenter les comptes d'une entreprise. La meilleure traduction de ce mot est « tableau ».

En 1961 Richard Mattesich, professeur à Berkeley, développa en Fortran IV un « computerized spreadsheet » fonctionnant sur un mainframe [1]. Ce programme évaluait automatiquement certaines cases et permettait des simulations. Il est le précurseur des « electronic spreadsheets » d'aujourd'hui, les « tableurs ».

Chronologie du tableur	
Avant 1961	Les comptables utilisent des tableaux sur papier.
1961	"Computerized Spreadsheet" de Mattesich en Fortran IV.
1978	Création de Software Arts.
1979	VisiCalc pour l'Apple II, de Software Arts, commercialisé par VisiCorp.
1981	VisiCalc est adapté à divers systèmes, notamment au PC d'IBM.
1982	Multiplan sous MS-DOS, de Microsoft.
1983	Lotus 1-2-3, de Lotus Corp.
1984	Excel pour le Macintosh, de Microsoft.
1985	Lotus achète Software Arts.
1987	Excel 2.0 pour le PC, de Microsoft.
1995	IBM achète Lotus. Excel est désormais leader sur le marché des tableurs.
> 2000	Gnumeric, KSpread, CALC etc. offerts en logiciel libre.

VisiCalc, le premier tableur

En 1978, Daniel Bricklin, étudiant à Harvard, devait établir des tableaux comptables pour une étude de cas sur Pepsi-Cola. Plutôt que de calculer à la main il préféra programmer « un tableau noir et une craie électroniques », selon sa propre expression. Son premier prototype, en Basic, pouvait manipuler un tableau de vingt lignes et cinq colonnes.

Bricklin se fit aider ensuite par Bob Frankston, du MIT. Celui-ci réécrivit le programme en assembleur et le condensa en 20 koctets pour qu'il puisse fonctionner sur un micro-ordinateur.

A l'automne 1978, Daniel Fylstra, ancien du MIT et rédacteur à Byte Magazine, perçut le potentiel commercial de ce produit. Il suggéra de l'adapter à l'Apple-II ainsi qu'aux systèmes HP85 et HP87.

En janvier 1979 Bricklin et Frankston créèrent Software Arts Corporation ; en mai 1979, la société Personal Software de Fylstra, nommée plus tard VisiCorp, lança la commercialisation de VisiCalc (cette appellation condense l'expression « Visible Calculator »).

VisiCalc était vendu 100 \$. Il avait déjà l'allure des tableurs d'aujourd'hui [2] : les évolutions ultérieures les plus visibles porteront sur l'adjonction de possibilités graphiques ainsi que sur l'utilisation de la souris.

Le succès ne fut pas immédiat mais néanmoins rapide. Dès juillet 1979 Ben Rosen publia une analyse prophétique [3] Jusqu'alors seuls des hobbyistes, qui savaient programmer, pouvaient utiliser le micro-

¹ Extrait du site d'Internet de Michel Volle (31 mars 2005)

<http://www.volle.com/travaux/tableur.htm>

ordinateur : VisiCalc était le premier programme qui permettait d'utiliser un ordinateur sans avoir à le programmer. Il contribuera fortement à la pénétration du micro-ordinateur dans les entreprises.

Des versions furent produites pour diverses plates-formes, notamment pour le PC d'IBM dès son lancement en 1981. Cependant les promoteurs de VisiCalc, empêtrés dans un conflit entre Software Arts et VisiCorp, ne surent pas faire évoluer leur produit assez rapidement.

Lotus 1-2-3

Mitch Kapor avait travaillé pour Personal Software en 1980 et proposé un produit que les dirigeants de VisiCorp refusèrent parce qu'ils l'estimaient trop limité. Il créa Lotus Development Corporation en 1982 et lança Lotus 1-2-3 en 1983.

Lotus 1-2-3 pouvait être adapté plus facilement que VisiCalc à divers systèmes d'exploitation et apportait des possibilités nouvelles : graphiques, bases de données, dénomination des cellules, macros. Il devint rapidement le nouveau tableur standard. En 1985, Lotus achètera Software Arts et arrêtera la commercialisation de VisiCalc.

Microsoft, Excel et ensuite...

Microsoft [4] s'était intéressé au tableur dès 1980. En 1982, il lance Multiplan pour le PC. Ce produit n'aura pas grand succès aux États-Unis où Lotus 1-2-3 sera dominant. Par contre il sera largement utilisé ailleurs et il ouvrira la voie aux autres applications produites par Microsoft.

En 1984, Microsoft sort Excel pour le Macintosh. Le produit tire parti de l'interface graphique offerte par ce micro-ordinateur, des menus déroulants, de la souris, et tout cela le rend plus commode que Multiplan. Tout comme VisiCalc avait contribué au succès du PC, Excel contribuera au succès du Macintosh.

En 1987 sort Excel pour PC : ce sera l'application phare de Windows. La principale amélioration par rapport à Lotus 1-2-3 est la possibilité de programmer de véritables applications avec des macro-instructions (dont l'utilisateur individuel ne se servira pas beaucoup). En 1987, Microsoft Works inaugure la famille des « office suites » en offrant le tableur, le traitement de texte et le logiciel graphique dans un même package. Excel sera jusqu'en 1992 le seul tableur disponible sous Windows.

A la fin des années 80, Lotus et Microsoft dominent le marché malgré l'arrivée de nombreux autres tableurs (Quattro de Borland, SuperCalc de Computer Associates etc.) La concurrence est vive et suscite des batailles juridiques : procès entre Lotus et Software Arts, gagné par Lotus en 1993 ; procès entre Lotus et Mosaic d'une part, Paperback de l'autre, gagnés par Lotus en 1987.

Lotus gagnera toutes ses batailles juridiques mais perdra contre Microsoft la bataille pour la domination du marché. En 1990, un juge lèvera le copyright de Lotus sur l'interface utilisateur, estimant que « rien dans cette interface n'était inséparable de l'idée du tableur ». En 1995, IBM achète Lotus, alors qu'Excel domine le marché.

Plus de 20 tableurs sont aujourd'hui offerts dans le monde du logiciel libre (« open source »). Gnumeric est souvent distribué en même temps que Linux. Parmi les autres tableurs, les plus connus sont KSpread et CALC.

L'évolution du tableur

Si VisiCalc présente déjà un aspect qui nous est familier, le tableur s'est progressivement enrichi.

L'adresse des cellules, d'abord notée selon le format L1C1 (R1C1 pour les anglophones), a pu ensuite s'écrire sous la notation condensée A1. L'existence de deux types d'adresse (adresses relatives, adresses absolues de type \$A\$1) a allégé la programmation.

L'introduction des feuilles et des liens a permis de doter le tableur d'une troisième dimension (la feuille s'ajoutant à la ligne et à la colonne), voire d'un nombre quelconque de dimensions si on relie plusieurs tableurs.

Lotus 1-2-3 a apporté les outils graphiques qui facilitent la visualisation des résultats. Les macros (également introduites par Lotus 1-2-3 en 1983, puis perfectionnées par Microsoft) permettent de programmer des applications sur le tableur.

La souris (à partir de 1984 avec Excel sur le Macintosh) a facilité la sélection des plages de cellules et la dissémination des formules par glissement du pointeur.

Le solveur [5] (introduit en 1990 par Frontline) permet de résoudre des problèmes de calcul numérique, d'économétrie, de recherche opérationnelle etc.

[1] Richard Mattesich, *Spreadsheet, Its First Computerization*. <http://www.jwalk.com/ss/history/spreadsh.htm>

[2] Voir la dernière page de la notice de VisiCalc, <http://www.bricklin.com/history/refcard5.htm>

[3] Benjamin M. Rosen, « VisiCalc : Breaking the Personal Computer Software Bottleneck », *Morgan Stanley Electronics Letter*, 11 juillet 1979 , <http://www.bricklin.com/history/rosenletter.htm>

[4] Voir la chronologie de Microsoft. , http://www.thocp.net/companies/microsoft/microsoft_company.htm

[5] Voir Frontline Systems Company History, <http://www.solver.com/presshist.htm>

<p style="text-align: center;"><i><u>Annexe 2</u></i> Textes Officiels</p>

Annexe 2.1. Le programme de mathématique - informatique de la classe de 1ère L (En vigueur en 2003, l'année de nos observations)

Annexe 2.2. Le B.O. concernant le Baccalauréat- Epreuve anticipée de mathématiques- informatiques de la série L

Annexe 2.1

Le programme de mathématiques - informatique de la classe de 1ère L (En vigueur en 2003, l'année de nos observations)

Bulletin Officiel du ministère de l'Education Nationale et du ministère de la Recherche HS N°7
du 31 août www.education.gouv.fr/bo/2000/hs7/vol5mathinfo.htm
CLASSE DE PREMIERE

MATHÉMATIQUES - INFORMATIQUE
SÉRIE LITTÉRAIRE
A. du 9-8-2000. JO du 22-8-2000
NOR : MENE0001921A
RLR : 524-6
MEN - DESCO A4

Vu L. d'orient. n° 89-486 du 10-7-1989 mod. ; D. n° 90-179 du 23-2-1990 ; A. du 18-3-1999 mod. ; avis du CNP du 23-11-1999 ; avis du CSE du 16-12-1999 et du 29-6-2000

Article 1 - Le programme de l'enseignement obligatoire de mathématiques - informatique figurant en annexe I du présent arrêté est applicable à partir de l'année scolaire 2000 2001 en classe de première de la série littéraire.

Article 2 - Le programme de l'enseignement de mathématiques - informatique figurant en annexe II du présent arrêté est applicable à partir de l'année scolaire 2001 2002 en classe de première de la série littéraire.

Article 3 - Le directeur de l'enseignement scolaire est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au Journal officiel de la République française.

Fait à Paris, le 9 août 2000

Pour le ministre de l'éducation nationale
et par délégation,

Le directeur de l'enseignement scolaire
Jean-Paul de GAUDEMAR

Annexe 1
Mathématiques - informatique
Série littéraire
Enseignement obligatoire
Programme transitoire pour l'année scolaire 2000-2001

PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Le programme de première de la série littéraire est centré sur les mathématiques utilisées de façon visible dans notre société actuelle : les tableaux de nombres, les pourcentages, certains paramètres statistiques, les représentations graphiques sont ainsi des mathématiques visibles. Il a pour objectif de rendre les élèves actifs et le plus autonomes possibles vis-à-vis de l'information reçue. Il intègre, comme son intitulé "**mathématiques-informatique**" le suggère, une dimension informatique en proposant systématiquement une mise en œuvre sur tableur des différents paragraphes.

Le but de cette année de première est de consolider les bases rendant les élèves capables, avec l'expérience :

- de représenter, commenter et résumer des données qu'ils ont eux-mêmes recueillies ou recherchées ;
- de critiquer de façon constructive les formulations, commentaires et interprétations de données chiffrées ou graphiques diffusés par certains médias.

1 - Information chiffrée

Il s'agit de mettre en œuvre des connaissances antérieures, d'approcher et de faire fonctionner les mathématiques en jeu dans un tableur. Le travail se fera essentiellement à partir de documents s'appuyant sur des données chiffrées et des représentations graphiques issues des autres disciplines ou des médias.

Certains éléments de ce paragraphe pourront, suivant les choix de l'enseignant, être étudiés en liaison avec les deux suivants.

CONTENUS	COMMENTAIRES
Pourcentages Coefficient multiplicatif associé à un pourcentage. Itération de pourcentages. Analyse des variations d'un pourcentage. Comparaison de pourcentages. Approximation linéaire dans le cas de faibles pourcentages.	À partir d'activités, on travaillera sur le sens des pourcentages étudiés et la légitimité des opérations faisant intervenir des pourcentages (somme, multiplication). La place réservée aux techniques de calcul est réduite puisque celles-ci sont généralement déjà connues.
Feuilles automatisées de calcul Exploration dynamique d'une feuille automatisée de calcul	Il s'agit de repérer certains concepts, notions et outils

et explicitation des relations entre diverses cellules de cette feuille. Réalisation d'une feuille automatisée de calcul à partir d'un texte, écrit en langue naturelle, comportant quelques règles et contraintes assez simples.	mathématiques mis en œuvre lors de l'utilisation d'un tableur (notamment les notions de variable, de fonction, de moyenne pondérée). À partir d'exemples (budgets d'association, feuilles de remboursement de la sécurité sociale, bilans de club d'investissements, feuilles de facturation, etc.) on s'attachera à comprendre comment se font les modifications de toutes les cellules de la feuille de calcul lorsqu'on change une donnée, une pondération ou une règle de calcul.
Représentations graphiques Interprétation: de l'information lisible sur un graphique : valeur exacte ou approchée, influence sur l'allure de la courbe d'un changement de fenêtre graphique. Interpolation linéaire. Résolution graphique d'équations, d'inéquations et recherche d'extremum en exploitant les changements de fenêtre graphique. Lecture de courbes de niveaux et repérage d'un point par trois coordonnées.	On privilégiera les fonctions du temps. On remarquera que pour des représentations de fonctions croissantes du temps avec une graduation régulière en abscisse, on ne peut pas forcément conclure quant aux variations de $\frac{f(a+1) - f(a)}{f(a)}$. On ne proposera aucun formalisme sur les fonctions de deux variables.
Outils graphiques de dénombrement Diagrammes ; arbres	On découvrira, à travers deux ou trois exemples, quelques modes d'organisation des données en arbre ou en tableau permettant de résoudre facilement des problèmes simples.

2 - Statistique

L'objectif de ce chapitre est :

- de familiariser les élèves avec des questions de nature statistique ;
- de montrer, à travers la notion de phénomènes gaussiens, la nature de l'information prévisionnelle apportée par un écart-type.

CONTENUS	COMMENTAIRES
Diagrammes en boîtes Intervalle inter-quartile Définition de l'intervalle interquartile. Construction de diagrammes en boîtes (aussi appelés <i>boîtes à moustaches</i> ou <i>boîtes à pattes</i>).	On étudiera des données recueillies par les élèves, tout en choisissant des situations permettant de limiter le temps de recueil de ces données. À cette occasion, on s'attachera à : - définir une problématique ou une question précise motivant un recueil de données expérimentales, - définir les données à recueillir, leur codage et les traitements statistiques qu'on appliquera pour avoir des éléments de réponses à la question posée, - élaborer un protocole de recueil et aborder les problèmes que cela pose. Proposition d'exemples : battements cardiaques, estimation de longueurs, durée des repas du soir, nombre et durée de conversations téléphoniques, temps de passage en caisse dans une grande surface, etc.
Variance, écart-type Introduction de l'écart-type pour des données gaussiennes. Définition de la plage de normalité pour un niveau de confiance donné.	L'objectif est ici de rendre les élèves capables de comprendre l'information apportée par la valeur de l'écart-type lors de mesures issues de la biologie ou du contrôle industriel. On pourra prendre comme exemple de référence l'étude des courbes de taille et/ou de poids dans les carnets de santé des enfants, en se limitant éventuellement à des âges inférieurs à quatre ou six ans. On se limitera ici aux exemples de résultats fournis par les laboratoires biologiques lors de certains examens. Pour l'interprétation lorsque le niveau de confiance est 0,95, on notera que le choix de ce dernier résulte d'un consensus pour avoir des formules simples et implique qu'environ une personne sur vingt sorte de cette plage.
Simulation et fluctuation d'échantillonnage Concevoir et mettre en œuvre des simulations simples à partir d'échantillons de chiffres au hasard.	La touche "random" d'une calculatrice pourra être présentée comme une procédure qui chaque fois qu'on l'actionne fournit une liste de n chiffres (composant la partie décimale du nombre affiché). Si on appelle la procédure un très grand nombre de fois, la suite produite sera sans ordre ni périodicité et les fréquences des dix chiffres seront sensiblement égales. Chaque élève produira des simulations de taille n (n allant de 10 à 100 suivant les cas) à partir de sa calculatrice ; ces

	simulations pourront être regroupées en une simulation ou plusieurs simulations de taille N, après avoir constaté la variabilité des résultats de chacune d'elles. L'enseignant pourra alors éventuellement donner les résultats de simulations de même taille N préparées à l'avance et obtenues à partir de simulations sur ordinateur.
--	--

3 - Exemple de types de croissance

On accordera ici une place importante aux séries chronologiques. Par ailleurs, ce paragraphe sera l'occasion pour l'enseignant de préciser dans quel contexte historique ou culturel ont pu apparaître certaines notions.

En fin d'étude, l'enseignant proposera la lecture critique de documents commentant la croissance de certains phénomènes.

CONTENUS	COMMENTAIRES
Suites arithmétiques ; croissance linéaire Exemples de suites ayant un accroissement constant ; calcul du n -ième terme. Calcul sur tableur des n premiers termes d'une telle suite et représentation graphique correspondante. Pour une suite finie de nombres, reconnaissance à partir de sa représentation graphique de sa nature arithmétique.	L'enseignant privilégiera l'une des deux notations $u(n)$ ou u_n pour le terme d'indice n d'une suite ; les élèves devront avoir rencontré les deux.
Suites géométriques ; croissance exponentielle Exemples de suites ayant un accroissement relatif constant ; calcul du n -ième terme. Calcul sur tableur des n premiers termes d'une telle suite ; représentation graphique correspondante ; comparaison avec le cas d'une croissance linéaire.	On pourra prendre comme exemple de référence l'étude de l'accroissement (ou diminution) d'une population ou l'évolution d'un capital placé à intérêts composés.
Autres exemples de croissance	On montrera qu'il existe d'autres types de croissances. On pourra prendre comme exemple le cas de suites ayant des différences secondes constantes, que l'on pourra illustrer historiquement par les travaux de Galilée, mettre en œuvre sur un tableur et représenter graphiquement.

4 - Activités d'ouverture

Cette dernière partie propose, en dehors du champ d'évaluation de l'épreuve anticipée de mathématiques du baccalauréat, des activités complémentaires. L'une au moins de ces activités d'ouverture sera proposée à la classe entière ou à une partie seulement lors de séances en demi-classe.

CONTENUS	COMMENTAIRES
Figure géométrique obtenue par itération.	On pourra prendre comme exemple de référence le flocon de Von Koch, choisi ici en raison de son intérêt tant épistémologique (il ouvre sur le concept d'infini), qu'algébrique (formalisation du passage d'une étape à la suivante et lien avec les suites) ou culturel et esthétique.
Analyse et production de pavages du plan.	Cette activité reprend et complète l'un des thèmes proposés dans le programme de 2nde.

Annexe 2

Mathématiques - informatique

Série littéraire

Enseignement obligatoire

Programme définitif à partir de l'année scolaire 2001-2002

La version définitive du programme de mathématiques-informatique de la classe de première de la série littéraire, applicable à partir de l'année scolaire 2001-2002, reprend la version transitoire pour l'année 2000-2001 dans laquelle le contenu de la partie "2. Statistique" est remplacé par le suivant :

2 - Statistique

En seconde, les élèves ont abordé les notions de fluctuation d'échantillonnage et de simulation. On va maintenant définir de nouveaux paramètres à associer à une série de données numériques ; pour l'interprétation des valeurs de ces paramètres, on gardera à l'esprit qu'ils fluctuent d'une série de données à une autre.

L'objectif de ce chapitre est :

- de familiariser les élèves avec des questions de nature statistique ;
- de montrer, à travers la notion de phénomènes gaussiens, la nature de l'information prévisionnelle apportée par un écart-type ;
- d'étudier des tableaux de pourcentages.

CONTENUS	COMMENTAIRES
Diagrammes en boîtes Intervalle interquartile <i>INCHANGÉ</i>	<i>INCHANGÉ</i>
Variance , écart-type <i>INCHANGÉ</i>	<i>INCHANGÉ</i>
supprimé : Simulation et fluctuation d'échantillonnage remplacé par : Tableaux croisés Analyse d'un tableau de grands effectifs ; Construction et interprétation : - des marges ; - du tableau des pourcentages en divisant chaque cellule par la somme de toutes les cellules ; - du tableau des pourcentages par ligne en divisant chaque cellule par la somme des cellules de la même ligne ; - du tableau des pourcentages par colonnes en divisant chaque cellule par la somme des cellules de la même colonne.	On ne parlera pas des tableaux théoriques ou dits de proportionnalité ; les commentaires sur les pourcentages des lignes (resp. des colonnes) se feront simplement à partir des distributions de fréquences associées aux marges horizontales (resp. verticales). On pourra prendre comme exemple de référence l'étude de résultats d'élection (classification selon les régions ou les classes d'âge des votes à une élection où plusieurs candidats sont en présence).

Annexe 2.2

Le B.O. concernant le Baccalauréat-Epreuve anticipée de mathématiques- informatique de la série L

Bulletin Officiel du ministère de l'Education Nationale et du ministère de la Recherche N°39 du 25 octobre

www.education.gouv.fr/bo/2001/39/ensel.htm

ENSEIGNEMENTS ÉLÉMENTAIRE ET SE CONDAIRE

BACCALAURÉAT

Épreuve de mathématiques - informatique de la série L à compter de la session 2002 des épreuves anticipées

NOR : MENE0102228N

RLR : 544-0a

NOTE DE SERVICE N°2001-210

DU 18-10-2001

MEN

DESCO A3

Texte adressé aux rectrices et recteurs d'académie ; au directeur du service interacadémique des examens et concours d'Ile-de-France ; aux inspectrices et inspecteurs pédagogiques régionaux ; aux proviseuses et proviseurs ; aux professeures et professeurs

Épreuve écrite anticipée

Durée : 1 h 30 ; coefficient : 2.

L'épreuve est constituée de deux exercices de valeurs voisines (8 à 12 points) pouvant comporter plusieurs questions. Elle sera conçue de sorte que les candidats aient le temps d'aborder l'ensemble des questions posées.

Tous les alinéas du programme, à l'exclusion de ceux de la partie 4 (activités d'ouverture) peuvent constituer le support de questions.

Les exercices pourront comporter des vérifications de connaissances, des calculs, des travaux utilisant des graphiques ou des tableaux, etc. Certaines questions pourront être à choix multiples (dans ce cas, les modalités d'évaluation seront précisées dans le sujet).

Pour des parties du sujet faisant appel à des expérimentations sur tableurs ou à des traitements de données statistiques, les énoncés seront adaptés aux modalités de l'épreuve. Certains éléments qui pourraient s'avérer nécessaires (copies d'écran, certains résultats de calcul, etc.) seront fournis sur papier avec le sujet.

Étant donné le contenu du programme sur lequel s'appuie cette évaluation, il n'y a pas de formulaire de mathématiques. En revanche, l'usage de la calculatrice est autorisé.

Épreuve orale de contrôle (applicable au titre des épreuves du second groupe dès la session 2002 de l'examen)

Durée : 15 min ; temps de préparation : 15 min ; coefficient : 2.

L'épreuve orale de contrôle porte sur les mêmes contenus que l'épreuve écrite.

On s'en tiendra à des questions variées et modestes, dont les énoncés seront adaptés aux modalités orales de l'épreuve et s'appuieront, éventuellement, sur des documents proposés au candidat par l'examineur.

Étant donné le contenu du programme sur lequel s'appuie cette évaluation, il n'y a pas de formulaire de mathématiques. En revanche, l'usage de la calculatrice est autorisé.

Pour le ministre de l'éducation nationale
et par délégation,
Le directeur de l'enseignement scolaire
Jean-Paul de GAUDEMAR

<p style="text-align: center;"><i><u>Annexe 3</u></i></p> <p style="text-align: center;">Manuels Scolaires</p>

Annexe 3.1. Liste des types de tâches

Annexe 3.2. Grilles de classification des exercices/problèmes dans le manuel DECLIC

Annexe 3.2. Grilles de classification des exercices/problèmes dans le manuel DELAGRAVE

Annexe 3.3. Grilles de classification des exercices/problèmes dans le manuel INDICE

	Classes des types de tâches (Tâches relatives à/au/aux...)	Type des tâches	
P/C Papier / Crayon	termes de la suite	P/C1	Lire des termes d'une suite
		P/C2 a	Calculer les premiers termes d'une suite
		P/C2 b	Calculer les termes d'une suite pour des rangs 'grands'
	une formule de la suite	P/C3	Déterminer une formule pour la suite par la formule explicite ($u(n)$ en fonction de n)
		P/C3 b	Déterminer une formule pour la suite par la formule récurrence ($u(n+1)$ en fonction de $u(n)$)
	l'étude des variations	P/C4	Reconnaître et justifier le type de croissance
		P/C5	Reconnaître et justifier le type de suite
		P/C6	Reconnaître les variations
	un calcul un changement de registre	P/C7	Comparaison des croissances et des suites
		P/C8	Effectuer un calcul sur la suite
P/C9		Représenter graphiquement une suite	
P/C10		Résoudre une équation algébrique	
T Tableur / Calculatrice	termes de la suite un calcul	T1	Calculer le termes d'une suite
		T2	Calculer le somme ou la variation d'une suite ou réaliser un calcul
	une formule de la suite	T3 a	Construire une formule du tableur : une formule d'une suite
		T3 b	Construire une formule du tableur : une formule pour un calcul
		T4	Vérifier une formule d'une suite
	une feuille de calcul	T5 a	Créer une feuille de calcul à partir de consignes 'presse-bouton'
		T5 b	Créer une feuille de calcul à partir d'une feuille de calcul présentée
		T6	Actualiser une feuille de calcul
un changement de registre	T7	Représenter graphiquement une suite	
M Mixe (P/C ↔ T)	formules du tableur	M1	Reconnaître une formule du tableur
		M2	Convertir une formule
		M3	Interpréter une formule ou un procédé sur le tableur
		M4	Vérifier les données du tableur
	la lecture de feuille de calcul	M5	Lire des termes d'une suite
		M6	Reconnaître le type de suite
		M7	Reconnaître les variations
		M8	Comparer les suites
		M9	Lire les résultats d'un calcul
	méta	M10	Préciser un procédé sur le tableur
		M11	Vérifier un résultat

Annexe 3.1 Liste des types de tâches

	Classes	Tâches	Ex 18	Ex 19	Ex 20	Ex 21	PA PL	Ex 22	PA PL	Ex 23.1	Ex 23.2	Ex 24	PA PL	Ex 25	PAPL	Ex 26	PA PL	Ex p	Ex 27	Ex 28	Ex 29	Ex 30	PA PL	Ex 31	Ex 32	Ex 33	Ex 34	PA PL	Ex 35	Ex 36.1	Ex 36.2	PA PL	Ex 37	PA PL			
P/C	Termes de la suite	P/C1																																			
		P/C2a	●																						●	●							●	●			
		P/C2 b									●	●	●													●											
	Formule de la suite	P/C3 a				●				●		●																									
		P/C3 b																																			
	Etude des variations	P/C4																								●	●										
		P/C5					●																			●	●										
		P/C6																		●	●	●	●		●	●											
		P/C7										●									●	●	●	●		●	●										
	Calcul	P/C8			●						●		●	●	●							●	●		●	●					●	●		●	●		
P/C9				●																	●	●		●	●					●	●			●	●		
Changement de registre	P/C10																					●	●														
																						●	●														
T	Termes de la suite	T1	●			●			●							●	●		●	●			●			●	●	●						●	●	●	
		T2														●	●		●	●							●	●	●								
	Formule de la suite	T3 a						●	●																												
		T3 b																																			
	Feuille de calcul	T4 a		●		●																					●					●					
		T4b						●						●		●	●		●									●						●			
		T5						●	●																											●	
	Changement de registre	T6						●	●						●															●			●				
M	Formules du tableur	M1		●	●					●		●	●		●																				●		
		M2																																			
		M3		●																																	
		M4					●																														
	Lecture de feuille de calcul	M5		●		●	●																														
		M6																											●				●				
		M7																																●	●		●
		M8		●					●	●																											
		M9							●	●																											
	Méta	M10		●									●			●	●																				
		M11									●		●																						●		

Annexe 3.2. Le manuel Déclic (2)

	Classes	Tâches	Ex 38	Ex 39	Annexe	Auto A	Auto B	Auto C	T1A	T1B	T1C	T2A	T2B	T2C
P/C	Termes de la suite	P/C1						•	•					
		P/C2a					•			•	••	••		••
		P/C2 b					••	••			••		••	•
	Formule de la suite	P/C3 a					•	•			••			••
		P/C3 b										•		
	Etude des variations	P/C4	•				•	•						
		P/C5								•				
		P/C6	•••						•					
		P/C7						••			•			
	Calcul	P/C8	••			•	••	•	••	••				••
	Changement de registre	P/C9					•							
		P/C10												
T	Termes de la suite	T1					•							
		T2												
	Formule de la suite	T3 a												
		T3 b												
	Feuille de calcul	T4 a		•										
		T4b												
		T5												
	Changement de registre	T6			•									
M	Formules du tableur	M1		••										
		M2												
		M3												
		M4												
	Lecture de feuille de calcul	M5												
		M6												
		M7												
		M8												
		M9												
	Méta	M10												
		M11												

Annexe 3.2. Le manuel Déclic (3)

			MANUEL																				FICHIERS INFORMATIQUES													
	Classes	Tâches	Vu 1	Vu 2	Vu 3	Ex 1	Ex 2	Ex 3	Ex 4	Ex 5	Ex 6	Ex 7	Ex 8	Ex 9	Ex 10	Ex 11	Ex 12	Ex 13	Ex 14	Ex 15	Ex 16	S1	S2	S3	Doc 1.1	Doc 1.2	Doc 1.3	Doc 2	Ex 9	Ex 13	Ex sup	Ex 14	TP 1.1	TP 1.2	TP2	TP3
P/C	Termes de la suite	P/C1																																		
		P/C2a										•	•			•	•	•	•		•	•	••	••												
		P/C2 b									•					•				•			••	••												
	Formule de la suite	P/C3 a													•	•			•	•			•	•									•		•	
		P/C3 b																																		
	Etude des variations	P/C4			•	•	•	•	•	•	•												••	••		•										
		P/C5											•	•	•			•	•	•																
		P/C6							•																											
		P/C7																																	•	
	Calcul	P/C8	•	•	••			••				•	•			•	•				•	•	•		••							•				
Changement de registre	P/C9	•	•																																	
	P/C10																	•			••	•														
T	Termes de la suite	T1			•													•		•								•						•	•	
		T2																								•			•	•				•		
	Formule de la suite	T3 a																									•		•	•		•			•	
		T3 b																								•	•		•	•		•		•		
	Feuille de calcul	T4 a																																		
		T4b																																		
		T5																									•	•			••		•			
	Changement de registre	T6																										•	•	•					•	
M	Formules du tableur	M1																																		
		M2																																		
		M3																									•									
		M4																													•					
	Lecture de feuille de calcul	M5																										•		•		•	•		••	
		M6																								•			•	•		•			•	
		M7																										••								
		M8																																	••	
		M9																																		
	Méta	M10																																		
		M11																																•	•	

Annexe 3.3 Grilles de classification des exercices/problèmes dans le manuel Delagrave

Annexe 3.4 Grilles de classification des exercices/problèmes dans le manuel Indice (1)

	Classes	Tâches	Act	Ex 1	Ex 2	Ex 3	Act	Ex 1	Ex 2	Ex 3	Act	Ex 1	Ex 2	Ex 3	TD 1	TD 2	TD 3	ED 1	ED 2	ED 3	ED 4	ED 5	ED 6	ED 7	ED 8	ED 9	ED 10	ED 11	ED 12	ED 13	ED 14	ED 15	ED 16	ED 17	
P/C	Termes de la suite	P/C1																																	
		P/C2a	••	•	•			•	•	•	••		•				•	••	•	•	•		•					•	•		•	•	•		
		P/C2 b			•					•	•			•							•	•				•	•								•
	Formule de la suite	P/C3 a					•									•																			
		P/C3 b	•				•			•													•												
	Etude des variations	P/C4																																	
		P/C5						•			•	•					•		•	•			•				•			•	•			•	
		P/C6																																	
		P/C7																																	
	Calcul	P/C8				•				•										•	•			•		•					•	•		•	
Changement de registre	P/C9	•				•					•										•	•													
	P/C10																					•		•											
T	Termes de la suite	T1					•																												
		T2																																	
	Formule de la suite	T3 a																																	
		T3 b													•																				
	Feuille de calcul	T4 a												•	•		•																		
		T4b																																	
		T5														•																			
Changement de registre	T6																																		
M	Formules du tableur	M1													•••										•									•	
		M2												•																					
		M3																																	
		M4																																	
	Lecture de feuille de calcul	M5																																	
		M6												•	••																				
		M7																																	
		M8																																	
		M9																																	
	Méta	M10		•																															
M11																																			

Annexe 3.4. Le manuel Indice (2)

	Classes	Tâches	ED 18	ED 19	ED 20	ED 21	ED 22	ED 23	ED 24	ED 25	ED 26	ED 27	ED 28	ED 29	ED 30	ED 31	ED 32	ED 33	ED 34	BAC 1	BAC 2	BAC 3
P/C	Termes de la suite	P/C1																			••	
		P/C2a				•	•				•				•		•••	•	••		•	
		P/C2 b		•	•					•										•		
	Formule de la suite	P/C3 a				•													•			••
		P/C3 b	•																•			
	Etude des variations	P/C4																				
		P/C5	•								•	•	•	•		•		•	•	•	•	
		P/C6																				
		P/C7															•				•	
	Calcul	P/C8		•										•				•				
	Changement de registre	P/C9													•			•				
		P/C10	•															•				
T	Termes de la suite	T1					•		•							•						
		T2																				
	Formule de la suite	T3 a																				
		T3 b						••														
	Feuille de calcul	T4 a						•	•													
		T4b																				
		T5																				•
	Changement de registre	T6							•													
M	Formules du tableur	M1																				•
		M2						•														
		M3							•													
		M4																				
	Lecture de feuille de calcul	M5							•													
		M6						•	•											•		••
		M7																				
		M8							•													
		M9																				
	Méta	M10															•			••		•
		M11																				

Annexe 4

Les séances de Mme P_{SCEP}

Annexe 4.1. 1^{ère} séance en salle informatique (23.01.2003)

Annexe 4.2. 2^{ème} séance en salle informatique (30.01.2003)

Annexe 4.3. 3^{ème} séance en salle informatique (06.02.2003)

Annexe 4.1

1^{ère} séance de Mme P_{SCEP} en salle informatique (23.01.2003)

	Durée	Déroulement	Explication
D1	000	P : Alors, vous allez faire celui-là qui ... cet exercice là qui est ... Hélène : C'est quoi ça ? P : Vous faites le TD1 Hélène : Non, non je parle de la musique-là P : C'est quelqu'un qui n'a pas coupé l'haut-parleur ... P : Qu'est-ce que vous fabriquez ? ... Elodie : Madame, est-ce que je peux fermer la fenêtre ? P : Il y a un peu de bruits Elodie : Oui	- distribution des feuilles d'élèves - mise en position de travail des élèves devant leur poste.
D2	004	P : Qu'est-ce qui se passe ? ... Léa : Regardez, ça fait ça depuis deux fois... domaine c'est quoi ? P : Domaine c'est Turgot, tiré, n t je crois que c'est 02 Vous faites le TD1 (à d'autres élèves) ... vous y arrivez (à Léa) ?	
D3	009	P : Alors, j'ai l'impression qu'il y a pas mal d'absents, non ? E : Non P : Non, si ! S'il ne marche pas, vous changez de... des fois il y a des problèmes celui-là.. <i>Elle remplit la feuille de présence</i>	
D4	012	Sophie : Madame, vous pouvez me rappeler le numéro de [inaudible] P : 19 <i>Elle continue à remplir la feuille.</i>	
D5	018	P : Bon, ça met tout bout Jenifer : Oui, je vais commencer P : Alors, vous faites ça. Jenifer : J'y vais.. c'est parti P : C'est parti Elodie : Let's go	
D6	020 021	Sophie : J'ai oublié comment on fait.. P : Non, ce n'est pas comme ça qu'on fait Sophie : Oui, je sais.. c'était quoi déjà.. égal... P : Oui... Vous n'êtes pas en ...	
D7	023 024	P : Oui ? Céline : Donc ... u ₀ là, c'est ça, donc en un an ça sera 200 ? P : Oui Céline : jusqu'à 18 P : jusqu'à 18.. oui Céline : Ceci dit ...auxquels elle ajoute le double ... P : Oui, oui c'est ça Céline : 300, 400 P : Oui, c'est ça	La prof. confirme la réponse proposée par l'élève mais la réponse est fausse. La prof. ne fait pas l'attention à l'énoncé
D8	025	P : Vous êtes sûr que c'est ça ? Alain : C'est double de l'âge, ils ont 100 € [inaudible]... 2 P : Oui, d'accord	La prof. remarque la bonne réponse dans le travail d'un autre élève
D9	027 028	E : Madame [inaudible] P : Comment E : Vous aviez [inaudible] P : J'ai corrigé, il me semble Oui j'ai corrigé	
D10	031 034	<i>(Le groupe de Hélène, Jenifer, Lorie et Elodie)</i> E : en un an, elle a 200 P : Non, en un an ce n'est pas 200, en un an elle a combien ? En un an elle verse combien ? E : 100 € P : Non, pas 100 E : 100 plus 2 € P : 100 plus 2 et ça fait un total de ? E : 102 € E : Ce que j'avais dit, non ? P : Oui E : On n'ajoute pas ce qu'elle a reçu l'année dernière, en fait P : Si .. E : C'est dans total P : C'est dans total E : 202 € E : Le total 202 € P : Voilà	La professeur aide les élèves pour faire comprendre la règle de la suite donnée en faisant calculer les premiers termes. En fait il y a une confusion chez les élèves entre le versement fait par an et le total en compte
D11	035	P : Je me suis trompée tout à l'heure, à la naissance elle a 100, l'année d'après sa grand-mère verse 100€ plus le double de son âge. Céline : ça fait, ça fait 202 P : Au total ça fait 202 et le versement c'est par mois ou c'est par année ? Céline : C'est par année P : C'est par année.. Céline : Et le calcul c'est quoi pour un an P : Pour un an c'est 100 plus 2 Véronique : Et pour 2 ans c'est ?	La prof. corrige sa confirmation fausse et explique le calcul de deux premiers termes de la suite.

	038	P :Pour 2 ans c'est Véronique :100 plus 4 P :Oui	
D12	039 040 041 043	Marie : **** P :Non Marie :*** P :Relisez l'énoncé Léa :C'est ça madame, 100 € plus le double de son age P :Oui Marie : plus 200 Léa : non... P :Elle a cent ans, Sabine ? Léa : plus 2, elle a un an P : Oui Léa :Madame, c'est ça ? P : oui Léa :Et jusqu'à quel age ? P :Et comment vous faites aussi ? Léa :Je calcule P :Non, ce n'est pas à vous de calculer , c'est au tableur de calculer Léa : Mais si vite que l'ordinateur P : Mais allez jusqu'au 200 ans comme ça Léa :Mais elle ne pourra pas avoir 200 ans, cette pauvre fille	<i>Les élèves ont toujours mal à l'interpréter le calcul de termes de la suite.</i> <i>Léa ne sers pas le tableur pour réaliser les calculs</i>
D13	044	Nicolas : Madame P : Très bien...Ce n'est pas un ? Nicolas : Comment je fais... pour copier ...ça ? P : Il faut aller cette petite croix à droite de la cellule..... Nicolas :C'est quoi à droite de la cellule ? P :...de case copie-coller, la cellule de copie -coller ... Nicolas : Comment ça ? P :...Oui...je ne peux pas passer, ce n'est vraiment pas pratique, c'est ...pardon ... P : Là, ... et après c'est ..comme ça là... Nicolas : oui...merci P : Là, c'est très bien parce que...	<i>Nicolas demande à la professeur la technique de recopie</i>
D14	048	Léa : Je mets entre parenthèses ça ? P :Non, ce n'est pas nécessaire...regardez.. voilà Léa :Et après je fais ça P :Oui, si vous voulez	
D15	049	Marie : **** P :Attendez, vous êtes sûr de votre formule-là ?Sabine a deux ans, sa grand-mère versait 6€ ? Marie :Non ça va pas P : ..allez à la case B.. B4 qu'est-ce qu'il y a ? B4 Marie : Il y a B3 P :Parce que vous ajoutez B3, ce n'est pas B3 qu'il faut ajouter , c'est ... Marie :B2 P :Oui Marie : Alors pourquoi ça marche pas ? P : Parce que c'est ...en copiant vers le bas, l'indice va changer Marie :*** P :Je sais pas , débrouillez- vous , on a vu une fois déjà	<i>L'élève applique la formule donnée dans 2^{ème} tâche =B2+2xA3</i> <i>La prof. fait remarquer que la formule ne donne pas la bonne réponse.</i> <i>Elle donne une explication pas très précise et elle laisse l' élève la trouver</i>
D16	052	Léa :Madame, comment on fait pour la même formule après ? P : Vous copiez vers le bas.... . P : (pour Nicolas) ici ce n'est pas bon, là ici ce n'est pas bon, le versement ce n'est pas bon .. Léa : Oui mais madame, quand on fait recopier vers le bas ; ça fait 112 partout P : ce que vous vous trompez Léa :Mais non, P :Si Léa :112,114.. je fais bonne formule P : C'est bon ça, c'est bien.. ça ne fait pas 112 partout Léa : Non, là c'est moi qui le fais ... P :Oui mais quel est le problème ? Léa : Appuyer.. « en bas » c'est ça ? P :Oui .. évidemment, vous copiez, revenez sur la case Léa :Là, non P :Non, revenez là en B..6, c'est bon, copiez ça vers le bas Léa :Comme ça P :Oui Léa :Jusqu'à 9 ans, madame P :Réfléchissez Léa : oui !	<i>Léa rencontre le problème de recopie à cause de la mauvaise sélection de cellule. La professeur l'aide.</i>
D17	058	Catherine : Madame, je n'ai pas la barre[inaudible] P :Oui ; je ne sais plus comment on l'obtient..... comme ça?!, je pense, non...oooo ! ..Affichage, barre d'outils.... Ça marche pas votre souris....	<i>Sur la barre d'outils, un bouton manque, la prof. a du mal à l'ajouter</i>
D18	061 067	Céline : Madame, on peut [inaudible] P :Comment vous faites les calculs vous ? Céline :J'ai écrit ..là formule-là, [inaudible] et après j'ai [inaudible] recopier vers le bas P :2 plus 2 Céline : Vers le bas ça m'a donné ça P :Si, si c'est bon Céline ::C'est ça la formule ? , parce qu'il y a plusieurs formules à choisir P : ..Peut-être il y a plusieurs solutions... Céline :Bon, elles sont toutes correctes ? P :Peut-être pas toutes correctes, non....ce que vous pouvez faire c'est d'essayer toutes ... et après choisir les bonnes	<i>La prof. interroge la méthode de calcul fait par Céline pour comprendre si elle utilise le tableur ou non.</i> <i>Céline applique la formule donnée et elle la recopie.</i> <i>La prof. demande d'essayer toutes les trois formules données</i>

D19	068	<p>P :Vous travaillez Elodie, je ne suis pas sûr !</p> <p>Elodie :Je travaille</p> <p>P :Bon...Je vois que vous travaillez mal, parce que le problème ...c'est ce qu'il faut .</p> <p>Elodie [inaudible]</p> <p>P :Il faut recopier vers le bas , il faut pas taper à chaque fois.....allez vous vous débrouillez, allez, je vais vérifier ce que vous allez fabriquer.</p> <p>Hélène:J'ai fait tout , bon ?</p> <p>P :O.K. ...essayez, essayez-le, essayez les formules, vous allez voir.... Essayez les trois formules, et puis vous choisissez la bonne</p>	
	071	<p>Elodie:Madame, s'ils nous disent une formule, on prend pas**là, enfin, c'est de 2 A non ? ils ont utilisé ça pour trouver les résultats</p> <p>P :Oui</p>	La prof. remarque qu'Elodie n'utilise pas le recopie, elle entre chaque terme
	073	<p>Elodie:Ce qu'il fait .. ça fait n....ula !</p> <p>Hélène :Comment on appelle B2 madame, comment on peut appeler B2 ?</p>	La prof. demande d'essayer toutes les trois formules données
	074	<p>P :Je comprends pas votre problème</p> <p>Hélène :Là, on nous demande de faire une formule permettant d'obtenir le montant du versement..</p> <p>P :Là c'est pas avec l'ordinateur , c'est avec...</p> <p>Hélène:Oui, justement</p> <p>P : Essayez de réfléchirsi vous me demandez de la réponse, ça va pas...</p>	Passage de la formule informatique à la formule mathématique. La prof. laisse les élèves la trouver
D20		<p>P :Non, il faut recopier ...pour partir égal il faut recopier dessous... il faut recopier la cellule B3 vers le bas... ;si votre formule est bonne</p> <p>Jenifer :Mais, elle est bonne, ma formule</p> <p>P :On va voir</p> <p>Jenifer :Elle est bonne</p> <p>P :Elle est bonne,aaa bon !....</p>	La prof. insiste toujours sur le recopie.
D21		<p>Lorie :Madame, u_n c'est versement</p> <p>P :u c'est le versement l'année n</p> <p>Lorie :Et la formule, c'est ça ?</p> <p>P : Très bien, oui</p>	Lorie trouve la formule mathématique de la suite
D22	079	<p>Sophie :Madame,.. elle devra avoir 202 €</p> <p>P :Non.. un an sa grand-mère lui a versé 100 € plus le double de son age...</p> <p>Sophie :Moi j'ai la formule, je vais faire 100 € plus 2 fois 1, mais si je recopie en bas, ça me donne toujours le même résultat</p> <p>P :Faites-le</p> <p>Sophie: je mets 100..plus 2 fois je fais ça..</p> <p>P :Oui, très bien, faites les recopier vers le bas...</p>	Sophie rencontre une difficulté pour recopie les cellules vers le bas.
	083		
D23	084	<p>P :Vous avez un exercice qu'on pourrait vous poser au BAC !</p> <p>Lorie : C'est facile l'épreuve des maths ?</p> <p>P :Si vous travaillez régulièrement oui, mais si vous ne travaillez pas non...</p>	
D24	086	<p>P:C'est bon ?..... la formule là, ce n'est pas juste...</p> <p>Hélène : Celle-là ?</p> <p>P :Oui</p>	
		<p>P :Calmez-vous un peu ! (pour Hélène, Jenifer et Elodie)....</p> <p>P :ça va ?</p>	
D25	089	<p>Marie : Madame, excusez-moi, comment on fait pour le petit b ?</p> <p>P :Pour le petit b, peut-être vous pouvez tester toutes les trois formules !</p>	La prof. demande d'essayer toutes les trois formules.
D26		<p>Léa :***</p> <p>P :Oui, comment vous avez fait ?</p> <p>Léa:Moi sauf que j'ai mis entre parenthèses</p> <p>P :Vous avez rien fait correct !...non, non</p> <p>Léa :Voilà..</p> <p>P :D'accord</p> <p>Léa:Parce que au début, vous étiez là quoi</p> <p>P :O.K</p>	
	090		
D27	091	<p>E : jusqu'à quand on va faire</p> <p>P :A votre avis ? ...non vous n'écrivez pas huit à la main</p>	
	092	P :Très bien.	
D28		<p>Céline:Ecrire une formule permettant d'obtenir</p> <p>P :C'est la question qu'on vous pose ...c'est la question qu'on vous pose !....</p> <p>Céline:B2 plus A2, c'est ça ?</p> <p>P :On a déjà fait le total</p>	La prof. préfère ne pas donner d'explication
	093		
D29	095	<p>P :Qu'est-ce qui vous arrive ?.... non, non, ne faites pas comme-ça, ce qu'il faut faire</p> <p>Elodie :Moi ?</p> <p>P :Il faut pas taper à chaque fois le calcul à faire</p> <p>Elodie :Mais pourquoi pas ?</p> <p>P :Il faut qu'on puisse ..moi je veux pouvoir ... prenez votre formule, recopiez vers le bas</p> <p>Elodie :Comment on fait ?</p>	La prof. rencontre encore une élève qui n'utilise pas la fonction du tableur. Le tableur apparaît comme un tableau à remplir.
	098	<p>P :C'est la question qu'on vous pose</p>	La prof. explique ses attentes
D30	099	<p>Hélène :..plus deux n</p> <p>P :Très bien</p> <p>Hélène:Parce que n , c'est l'age</p> <p>P :Oui, c'est parfait</p> <p>Hélène :Oui ! je suis contente</p> <p>P :Très, très bienVous avez choisi parmi ces formules-là ?</p> <p>Hélène:Oui, c'était celle-là</p> <p>P :Vous avez essayé celle-là ?</p> <p>Hélène:Celle-là, non je n'ai pas encore essayé</p> <p>P :Oui, essayez</p> <p>Hélène:Mais après je recommence</p> <p>P :Mais non, on va essayer ici, vous mettez ..celle-là, vous essayez ici, d'accord...après comment on fait pour avoir le dollar ?</p> <p>Hélène :..Ici, je crois</p>	<p>Hélène trouve la formule mathématique de la suite.</p> <p>La prof. demande d'essayer les formules données.</p> <p>Hélène a peur de perdre ce qu'elle a fait en essayant d'autres formules. La prof. applique elle-même la troisième formule(la référence absolue) . elle montre aussi la technique pour avoir la référence absolue.</p>

	105	<p>P :Non, pas ce dollar-là.. on valide là, on fait ...F4 plus ...2 fois étoile..là et ... si on copie vers le bas....</p> <p>Hélène :Et ça nous donne exactement la même chose....Oui...</p> <p>P :Parce que ça veut dire que quand vous copiez vers le bas, la cellule ..la référence ne change pas.</p> <p>Hélène:D'accord...</p>	
D31	107	<p>P : Comment vous avez répondu alors, pourquoi vous avez répondu, cochez ça ?</p> <p>Elodie :Parce que je fais le calcul</p> <p>P :Oui mais il faut taper... il y a ***dedans</p> <p>Hélène :Madame, on tape cette formule ?</p> <p>P :Oui... mais vous savez, vous vous rappelez comment on fait ? ...ici, il faut faire ici ...j'efface ça, égal ...ça et pour avoir le dollar on appuie sur F4 plus 2 étoile ...recopiez vers le bas...si non vous pouvez faire autrement.. on peut faire la deuxième , ça marche aussi, égal B2 ..</p> <p>Elodie :B2 plus 2, 3 ,5 ..</p> <p>P:Ce n'est pas B2, parce que si vous mettez B2, on regard ce qui va se passerB2 plus 2 fois ..ça, je mets B2, si je recopie vers le bas, ça donne pas les bonnes valeurs parce qu'ici ça met B3 et en B3 il y a B2, il y a 102 et pas 100 donc ça marche pas</p>	<p><i>Elle applique la même formule et elle montre la même technique.</i></p> <p><i>Elle explique la différence entre les deux formules données en montrant les valeurs affichées</i></p>
D32	121	<p>Hélène :Madame ***</p> <p>P :Mais pourquoi ?</p> <p>Hélène:Je sais pas moi, parce que normalement si on demande le total de versement</p> <p>P :Oui ?</p> <p>Hélène :ça doit être.. je ne sais pas ici on devrait les mettre</p> <p>P :mais si Sabine a 19 ans , 18 ans, comment vous allez mettre le total ?</p> <p>Hélène:****</p> <p>P :Vous cherchez un peu, cherchez un peu.....vous êtes sûr de cette formule-là ?</p> <p>Hélène :Oui c'est B2</p> <p>P :Est-ce que vous avez tapé là ?</p> <p>Hélène :Oui</p> <p>P :Moi je vois B4 là, là je vois B9</p>	<p><i>Hélène est sur le calcul de total</i></p>
D33	122	<p>Jenifer :Oui mais laquelle on écrit B3 ça c'est pas pareille</p> <p>P :Oui mais, laquelle on écrit B3</p> <p>Jenifer :Pour obtenir tous les termes de la suite</p> <p>P :Si vous faites ça...je change vos données</p> <p>Jenifer : ouhla !</p> <p>P :C'est pas grave, vous faites après, c'est pas un problème... là je mets B2... B2 plus 2 ..d'accord ,vous l'avez fait comme ça... bon, il n'y a pas de problème, non, c'est bon, c'est moi qui me trompe.</p>	<p><i>Jenifer réagit à la demande de la prof. de changer des données de la prof. Mais la prof. tente de la rassurer.</i></p>
D34	126	<p>Lorie :Madame, pour [inaudible]</p> <p>P :Vous avez choisi entre les formules, où est-ce que vous en êtes ? ... les trois formules, vous avez trouvé ?</p> <p>Lorie:J'ai essayé de faire B3 est égal 1, B2 plus B3 , j'ai essayé ça marche pas, j'ai essayé les formules..</p> <p>P : Qu'est-ce que vous voulez faire là ?</p> <p>Lorie :Cette colonne là</p> <p>P :D'accord, [inaudible] ce n'est pas le même endroit, d'accord....qu'est-ce que vous voulez faire, le total ?</p> <p>Lorie :Oui</p> <p>P : Egal B2 .. d'accord.. je sais pas moi, essayez de .. comment on fait une somme ? ..automatiquement ? ...comment on fait une somme ?</p> <p>Lorie:J'ai appuyé sur somme mais...</p> <p>P :Non, non ..égal ...cliquez sur somme, oui... qu'est-ce que vous avez bloqué, qu'est-ce que vous faites ? non, marquez égal.. toujours quand on fait des calculs , marquez égal.</p> <p>Lorie:Je ne cherche pas comme-ça</p> <p>P :Non, non, si vous faites ça, vous ne pouvez pas copier vers le bas.....je sais pas, ça fait une somme automatique</p> <p>Lorie J'ai essayé ...</p> <p>P : Essayez d'autre truc</p> <p>Lorie : J'ai essayé d'autre truc mais ça marche pas !</p>	<p><i>Lorie est bloquée sur le calcul de total. La prof. la laisse trouver toute seule</i></p>
D35	135	<p>Sophie: j'y suis allée jusqu'à 18 ans mais</p> <p>P:Comment vous faites la somme ?.....Non, je sais pas [inaudible] somme.... C'est ça la ligne laissez la derrière, supprimez cette colonne voilà, parce que c'est les numéros de ligne là il ne faut pas faire comme-ça.....il faut qu'on fasse automatiquement</p> <p>Sophie:Là c'était automatiquement</p> <p>P :Bon, excusez-moi</p> <p>Sophie:Mais je comprends pas là, quand il dit ; donner la formule à écrire en C3 et à tirer</p> <p>P :Il faut .. en C3....si vous copiez ça vers le bas, si ça vous donne la somme...</p> <p>Sophie: [inaudible]</p> <p>P :Il faut... ..oui c'est bien continuez</p>	<p><i>Sophie a calculé le total mais elle a du mal à comprendre l'énoncé de la tâche. la prof. vérifie son travail</i></p>
D36	142 143	<p><i>Le rire des élèves</i></p> <p>P :Qu'est- ce qu'il y a ?</p> <p>....</p> <p>E : J'ai trouvé madame, quand c'est pour C3 ***</p> <p>P :...non, ..attendez.. si, si, c'est ça... oui c'est ça</p>	
D37	145 148	<p>P :Pour quoi vous avez fermé la parenthèse là ?</p> <p>Lorie:ça, ça fait automatiquement quand j'ai cliqué sur ça</p> <p>....</p> <p>P :Pourquoi il met la parenthèse là ? ..là ... et puis après si on copie ça vers le bas.... faites une petite parenthèse pour la déplacer.. c'est bien, vous voyez vous y arrivez toute seule ...</p>	
D38	149	<p>E :Madame, venez pour l'instant</p> <p>P :Comment je fais là ?</p> <p>E : Je sais pas</p> <p>...</p> <p>P :C'est très bien</p>	
D39	150	<p>Céline : Regardez madame</p> <p>P :Oui, c'est drôle de somme zéro, c....B3 ...</p> <p>Céline: B3 plus C2, ça me donne zéro</p> <p>P : B3 plus C2...</p> <p>Céline :C'est pour calculer là</p> <p>P :Oui ça j'ai compris...</p> <p>Céline: Voilà, c'est bien cette formule là ?...B3 plus C2</p> <p>P: Oui ça donne zéro... B3.... égal....</p>	<p><i>Céline trouve la formule de total mais elle a oublié d'entrer la valeur d'une cellule.</i></p>

	151	.. P :Voilà, parce qu'ici vous avez mis B3 plus C2	
	157	Céline :C'est pour ça, j'ai mis rien.. d'accord. P :Qu'est-ce qu'il y a ?	
D40	160	P :Cherchez toute seule là !! vous êtes capables .. Marie :C'est bien ou pas P :C'est bien, oui.. est-ce que c'est la seule ? Marie : Je ne sais pas.. il y a en plusieurs en plus ? Nicolas : Non, c'est la seule.. entre les parenthèses.... P :Non, les parenthèses, ce n'est pas indispensable mais si on met la parenthèse deux par cent ...c'est pas la même formule. Marie : Si c'est la même formule, parce que c'est cent P :Non, parce que si on copie ..si on met ici jusqu'à ici, c'est neuf cents, et si je fais ici égal ça plus 2 étoile ça , là ça va marcher mais quand je vais le copier vers la bas, ça va pas marcher. Parce que là ça est pas resté 100, ça a pris la dernière, ça a changé la référence de cellule en copie vers le bas. Marie : ça va, bon ou pas ? ça marchait pas quand j'ai fait P :Je suis en train de montrer que ça marchait pas ! c'est bien qu'on ait écrit là ? sauf que D au lieu de B... ça marche pas, parce que la référence de la cellule change quand on copie vers la bas Marie : *** P :C'est peut être la deuxième, essayez la deuxième ! ...Faites-le	<i>Marie est toujours sur la 1^{ère} formule, La prof. entre la formule sur une autre colonne pour montrer qu'elle ne donne pas le bon résultat, mais Marie a du mal à suivre la démonstration de la prof. La prof. explique encore une fois la référence variée et elle ne montre pas la référence absolue.</i>
	169		
D41		Nicolas : Madame, j'arrive à faire mais il n'y a pas le système pour recopier P : B2 plus.. comment vous faites, qu'est-ce que vous faites pour la [inaudible] oui si vous voulez mais comment vous allez faire recopier ? Nicolas :Voilà.. P : C'est une astuce Nicolas :Une astuce pour la recopier ... P : Faites le calcul plus simple déjà. Vous faites une somme là, utilisez ce résultat-là...au lieu de remonter à l'origine. Nicolas :Oui	<i>Nicolas essaye de calculer le total.</i>
	172		
D42	173	Marie : Il marche là Léa : Madame, c'est ça ? Marie :Attendez, attendez, ne partez pas P :Je pars pas, je pars pas.....c'est oui, deuxième non. ça ce n'est pas bon. Léa :Je me suis trompé, est-ce que c'est cent trente six P :Oui Marie : Et là est-ce que c'est ça ? P : Non Marie :D'accord.	
	175		
D43	176	Véronique :Madame P :Oui Véronique : La formule, c'est ça ? P :Oui, très bien...vous avez recopié vers le bas, ça a marché ? donc c'est bon, c'est bien. Par contre vous n'avez pas trouvé la formule encore Véronique : Je ne comprends pas ce qu'il écrit là P :Il faut réfléchir un petit peu, pas vraiment fait encore.... Véronique :le montant du versement en fonction de l'âge n de Sabine... P : oui, c'est une formule mathématique cette fois qu'il demande ... P :Quand Sabine a 18 ans, combien verse sa grand-mère, comment vous faites le calcul ? Véronique : je ne comprends pas P : Quelle somme verse sa grand-mère à Sabine quand elle aura 10 ans ? Véronique : [inaudible] P : c'est à dire ? 100 plus .. Véronique : Deux fois dix P : Voilà et quand elle aura n ans Véronique : Cent plus 2 n P :Très bien c'est ça qu'on vous demande	<i>Passage de la formule informatique à la formule mathématique.</i>
	181		
D44	185	P :Bon, vous en sortez ? Elodie :Non, j'ai fait la formule P :Déjà dans le total ...là vous mettez quelques choses Elodie : Oui, j'ai mis P :Il y a rien...là il y a rien Elodie : Oui, d'accord, c'est pour ça, il recopie pas P : Evidemment il y a rien là Elodie : Je mets quoi, il y a rien que 100 €, c'est tous. P :Egal ça ..O.K. ? mettez égal, que faut-il faire pour avoir la somme ? Elodie : B2 plus B3 P : Oui mais alors comment vous allez faire recopier vers le bas? Comment vous allez faire ? .. P :ça , ça a pas marché, parce que vous n'étiez pas là. Maintenant ...allez-y Elodie :Et voilà P :.Et pour quoi ça marche pas ? Elodie :Si ça marche P :Bon, vous trouvez que vous avez le total ? Elodie : ça peut-être un peu trop quand même P : Deux cents plus deux cent quatre, ça donne deux cents six....ça a pas ça Elodie : Elle n'est pas bonne, la formule P :Non	<i>Elodie est sur le calcul de total. Mais elle n'entre aucun valeur en C2(dans l'écran donné cette colonne est vide et question demande la formule en C3) . Elle entre B2 +B3 pour calculer le total. Quand elle fait recopie la formule , elle croit que la formule donne le bon résultat.</i>
	195		
D45	199	P : Où est-ce que vous en êtes vous ? ..vous faites le deuxième exercice, vous avez fini le premier ? Jérôme :Oui P :O.K., où elles sont les réponses ?	<i>La prof. vient la première fois pour contrôler le travail de Jérôme</i>
D46	203	P : (pour Véronique) qu'est-ce que vous fabriquez ?... très bien	

		<p>P : ...Si vous revenez un peu ! Catherine :Je réfléchis P :Non, non ! vous réfléchissez pas là ...vous n'avez même pas....</p>	
D47	209	<p>P : Vous copiez tout ça vers le bas.... Comme ça, à mon avis c'est pas juste...ça c'est bon... comment vous avez fait les calculs, vous ? Céline : A la tête P :La tête, non, on peut pas faire de calculs à la tête.. avec le tableur. Céline:J'ai l'impression que si on calcule à la tête P : Non... la preuve que non ce qu'ils étaient faux les calculs de tête, on arrive jusqu'à 18 ans, ce n'est pas grave</p>	<i>Céline ne se sert pas non plus du tableur pour calculer, elle calcule à la tête.</i>
D48	210	<p>(le groupe de Hélène, Jenifer, Elodie et Lorie) P : Vous avez fini ? Vous ne répondez pas à la question ? E : Oui mais là je ne sais pas P : Réfléchissez un peu... si Sabine a 8 ans, combien lui verse sa grand-mère, si elle a 20 ans, combien lui verse sa grand-mère ? E :*** P : ***quelle opération vous faites ? E :Je prends 100 plus le double de son age P :Double de son age et son age est n E : Deux fois u_n P :C'est pas u_n E : C'est 100 plus u_n P : Non E : 100 plus deux fois n P :Voilà, 100 plus deux fois son age, son age est n, c'est pas u_n, u_n c'est la somme qu'elle reçoit quand elle a n ans E :D'accord</p>	<i>La prof. remarque que l'élève n'a pas donné la formule mathématique de la suite. en demandant d'autres termes de la suite, elle essaye de faire généraliser le calcul fait en remplaçant l'année par n. On voit ici une confusion entre u_n et n.</i>
	216		
		P :Ola là ! elle est riche... non ? ce n'est pas la même, d'accord	
D49		<p>P : c'est pas versement total, alors Léa:c'est ça P :oui, d'accord... la bonne formule Oui, c'est bon, très bien</p>	
D50	222	<p>Lorie : Comment on fait pour le pourcentage ? P : Il me semble qu'on a déjà étudié le pourcentage. Lorie:Oui mais.. parce que la colonne v ..c'est augmente 6 pour cent chaque mois P :Quelle est le coefficient multiplicatif ? ...quand on calcule un pourcentage comme ça, une augmentation... ... Lorie: Je ne sais pas du tout P :Si, vous savez, vous cherchez...on a déjà fait le pourcentage ... P :On a cent individus, on demande de dix pour cent, ça va faire combien de individus ? Lorie : [inaudible] P :Je sais, [inaudible] c'est pareil, c'est pas 200...l'augmentation est 10 pour cent, on va arriver à combien ? Lorie : A partir de 100 P :Oui Lorie:110 P :110, on va multiplier par combien pour passer de 100 à 110 ? Lorie: 11 non, c'est 1.1 P :oui, si l'augmentation 6 pour cent ? Lorie:ça fait 106 P :106, on va multiplier par Lorie:1.06 P : Oui, vous vous rappelez maintenant ? Lorie : oui</p>	<i>Lorie commence la deuxième question dans le TD. Elle a des difficultés à calculer le pourcentage. La prof. rappelle le coefficient multiplicatif</i>
	234		
		P :Vous, vous travaillez ? C'est toutes les trois ! (Hélène, Elodie et Jenifer)	
D51	237	<p>P :Bon, vous y arrivez ? Véronique: [inaudible] ce n'est pas $n+1$, je ne comprends pas, c'est.. P :C'est la suivante de ... tous les mois il y a une augmentation de cent individus, par exemple, pour ici, comment je peux vous expliquer... tous les ans il y avait une augmentation de 2 € **** c'est le même exercice ici, l'augmentation est de cent Véronique: [inaudible] P : $n+1$? c'est le suivant de n. Véronique: Pourquoi n ? P :n ici, par exemple ici vous avez n égal 11, n égal 12, n égal 13... Véronique:D'accord P :Vous n'étiez pas là lundi ?</p>	<i>Véronique ne comprend pas la notation indicelle de la suite.</i>
	243		
D52		<p>Lorie: Madame, j'avais trouvé le même résultat tout à l'heure mais je ne vois pas pourquoi il l'affiche P :Ola là !! Lorie:Voilà, alors qu'il a marqué ça P :Attendez Lorie :ça bien ça.. tout à l'heure aussi, j'obtiens, tout à l'heure aussi j'ai fait ce calcul, il a affiché ça P : Bon, ça va pas vite....</p>	
	250		
D53		<p>Céline: Madame là j'ai compris la formule mais comment justifiez là, ça va dire quoi ? P : Vous êtes un petit peu limite ici, parce qu**** deux suites là Céline: Là j'ai bien compris, par exemple là u_0 c'est 1000, là u_{n+1}, u_n en fait c'est mille plus 1 P :ça pourrait u_1 égal mille plus 1, oui Céline: Oui, voilà, c'est la même chose *** P : Des ans comme l'augmentation est 6 pour cent par mois, de mois au mois ça sera multiplié par le coefficient multiplicatif 1.06 Céline:Je passe tout suite à l'autre P :Oui, oui puisque la réponse est donnée</p>	
	225		
D54		<p>P : oula ... qu'est-ce que vous faites ? Alain :u augmente de 6 pour cent P :d'accord... c'est un peu compliqué</p>	<i>Elle contrôle le travail de Nicolas et Alain</i>
D55	263	<p>P : Vous avez où là ...je le préfère ... je préfère ça.. Léa:Quoi ? P : Je préfère ça !</p>	
D56	265	<p>P:Vous travaillez un peu !! Hélène: On ne trouve pas la bonne chose, c'est tout essayé, B2, B multiplie..dollar B..</p>	<i>Hélène est bloqué sur le calcul de total.</i>

	286	<p>Lorie :ça c'est le total, un an ... plus l'argent de chaque an donc tu le trouves à partir de ça et ça ?</p> <p>...</p> <p>P :Vous êtes toujours au premier exercice</p> <p>Elodie :Oui</p> <p>P :Dis donc</p> <p>Jenifer : Comment dis donc ?</p> <p>Elodie : B2 plus B3</p> <p>P:Oui c'est ça B2 plus B3.....qu'est-ce que vous faites là</p> <p>Elodie : On va recopier</p> <p>P :Mais il faut d'abord faire O.K.</p> <p>Elodie :C'est évident bien sur, oui</p> <p>P : Qu'est-ce que vous avez fait copier, faites voir... attendez, attendez, non ! si vous effacez on peut pas voir, B4 vous avez recopié n'importe quoi là.. égal B</p> <p>Elodie :Vous avez fait C, C2 plus</p> <p>P :Parce que vous avez fait n'importe quoi pour recopier....on entre et après c'est ça qu'il faut recopier vers le bas</p> <p>....</p> <p>P :A mon avis ce n'est pas bon</p> <p>Lorie :Ce n'est pas bon, parce que, en faite, ***d'abord</p> <p>P :Pas forcément</p> <p>Lorie:ça donne pas le même résultat</p> <p>...</p> <p>P :Oui, c'est bon, si c'est bon il n'y a pas de raison que ce n'est pas bon après</p> <p>Lorie:Parce qu'on n'a pas le même résultat...Elle a oublié le trois ...la troisième année</p> <p>P : Bon alors....</p> <p>Elodie : si</p> <p>P :Evidemment, on ne fait jamais comme-ça, j'efface ça.. c'est pour recommencer... il fait automatiquement parce que à la main on peut se tromper comme-ça, non pas comme-ça ! non, non...égal ..A2</p> <p>Lorie : A2 ... A2 c'est zéro là ..non, non attends A2 ...</p> <p>P : ...je crois que vous devriez travailler un peu là...</p>	<p><i>La prof. donne la formule pour le total. Mais la formule ne donne pas la même réponse que celle donnée par Lorie. Lorie remarque que Elodie saute à la 3^{ème} année, comme elle entre chaque terme elle-même.</i></p>
D57	289	<p>E : Madame, on ne l'enregistre pas</p> <p>P :Si, on va enregistrer comme ça ..vous allez me donner les feuilles que vous avez faites pour vérifier....mettez votre nom dessus...</p> <p>E : Madame, on éteint l'ordinateur ?</p> <p>P :vous sortez mais vous n'éteindrez pas</p> <p>P :Vous enregistrerez pour pouvoir récupérer ça pour la semaine prochaine...</p> <p>Jérôme: madame</p> <p>P : oui , ça marche pas ?</p> <p>Jérôme:Madame ?</p> <p>P :qu'est-ce que vous arrivez ?.... vous avez fait de toute façon... mettez votre nom à votre fichier ...</p> <p>P : vous me donnez la feuille !!!</p> <p>E : on va mettre le nom</p> <p>P :évidement, vous mettez votre nom !</p>	<p><i>La prof. aide Jérôme et Céline pour l'enregistrement</i></p>

Annexe 4.2

2^{ème} séance de Mme P_{SCEP} en salle informatique (30.01.2003)

	Durée	Déroulement	Explication
	00:00 (000)	P : je vous donne des feuilles de la semaine dernière, j'ai quelque chose à vous dire d'abord...	Mme P _{SCEP} distribue les feuilles de la semaine dernière
D1		E : [inaudible] P : si vous avez terminé, c'est pas la peine	
D2	01:10 (007) 01:30 (009)	Lorie : madame, à chaque fois....ça ne marche pas, madame[inaudible], c'est à cause d'enregistrement, ça restait pas P : où est-ce que vous allez ?.... oui, c'est normal c'est là qu'il faut enregistrer ...oui c'est sur M qui... sinon ça efface automatiquement, voilà	
	02 :10 (013)	P : allez voir là, il y en a là bas, mettez-vous là !	
D3	02 :50 (017)	Sylvie :quelle page s'il vous plaît P :comment ? Sylvie : est-ce que, s'il vous plaît, vous pouvez me dire la page, s'il vous plaît P : la page... la suite de la semaine dernière ... Sylvie : mais je n'étais pas là	
D4		P :vous vous installez s'il vous plaît ! E : madame, s'il vous plaît P : oui, deux secondes s'il vous plaît (<i>Elle continue à distribuer les feuilles</i>) E : [inaudible] P : deux secondes ! Aie!	
D5	03 :10 (019) 04 :30 (027)	P : j'avais quelques chose à vous expliquer ! dans le TD1, dans la question b, on vous demande de choisir entre les trois formules... alors dans le TD1 question petit b, vous alliez choisir dans les trois formules comme celles-ci : B2 plus deux fois A3, il y avait égal B2 plus 2 et ... bon, vous suivez s'il vous plaît ! alors vous alliez choisir entre les trois formules, là ..ici quand vous recopiez vers le bas cette formule, vous allez avoir ..qu'est-ce que vous allez avoir ? ... P : quand vous recopiez vers le bas cette cellule, qu'est-ce que vous allez avoir ? ..à la ligne au-dessous... ..	<p>Dans la séance précédente, la professeur a remarqué que les élèves avaient des difficultés pour la référence de cellule.</p> <p>Elle corrige l'item b de la 1^{ère} question de TD1 et elle explique la référence absolue et la référence relative.</p>

	<p>05 :10 (031)</p> <p>P : ça sera B3 plus deux fois .. vous écoutez s'il vous plaît, dans le prochaine contrôle vous allez avoir la question là dessous , quand vous copiez vers le bas qu'est-ce que vous allez avoir dans la ligne suivante, dans la ligne 3.. E : fois A4 P : fois A4, ici qu'est-ce que vous allez avoir E :B3 P : qu'est-ce que vous allez avoir là ? E : B3 plus 2 E: je l'avais dit P : j'ai entendu 3, moi....en plus c'est pas vrai et dans la dernière ? E : dollar B dollar trois E:non deux P:non, deux E : non plus deux fois A 4</p> <p>05 :30 (033)</p> <p>E : je ne comprends pas, B dollar deux, pourquoi B dollar deux ? P : bon, ici quand vous recopiez vers le bas là vous allez augmenter le numéro de ligne, vous allez [inaudible] le numéro de ligne là, ici aussi, tandis que là, ça va être toujours la même cellule qui est en B2, en B2, vous avez 100, dans la case B2, vous avez 100, quand vous recopiez vers le bas vous allez garder 100. E : c'est quoi madame S ? P : le dollar, le signe de dollar. Ça va dire ça... ici adresse absolue...ici l'adresse relative... alors on vous demandait de choisir la formule permettant d'obtenir dans la colonne D le versement de grand-mère E : pourquoi [inaudible] P : oui je pose une question, quelle était celle qui était mauvaise déjà ? E : c'était la première... non, B2 plus 2 P : non, celle-là, celle-là était mauvaise, non la deuxième marchait puis qu'à chaque fois vous ajoutez 2 E : et pourquoi vous m'avez dit [inaudible] P : je me suis trompée sur le vôtre ...mais la meilleure était la troisième, parce que si vous voulez changer le versement initial de la grand-mère, tout va se mettre l'actualisé tout de suite. d'accord ? vous avez compris là ? qui c'est qui peut me dire comment on obtient le dollar ? quand on est sur la case B2, qu'est-ce qu'on fait ? quand on est sur la case B2 qu'est-ce qu'on fait pour avoir dollar B dollar 2, sur quelle touche on appuie ? E : sur P : André va tout comprendre là ! oui sur quelle touche on appuie ? E : ...F4 P : très bien, si vous appuyez sur la touche, vous allez avoir ça. ... ligne2colonne B</p>	<p>Tableau :</p> <table border="1"> <tr> <td>$=B2 + 2 \times A3$</td> <td>$= B2 +2$</td> <td>$B2 = 100$ $=\\$B\\$2 + 2 \times A3$</td> </tr> <tr> <td>$B3+ 2 \times A4$ <i>adresse relatif</i></td> <td>$= B3+2$</td> <td>$=\\$B\\$2+2 \times A4$ <i>adresse absolue</i></td> </tr> </table>	$=B2 + 2 \times A3$	$= B2 +2$	$B2 = 100$ $=\$B\$2 + 2 \times A3$	$B3+ 2 \times A4$ <i>adresse relatif</i>	$= B3+2$	$=\$B\$2+2 \times A4$ <i>adresse absolue</i>
$=B2 + 2 \times A3$	$= B2 +2$	$B2 = 100$ $=\$B\$2 + 2 \times A3$						
$B3+ 2 \times A4$ <i>adresse relatif</i>	$= B3+2$	$=\$B\$2+2 \times A4$ <i>adresse absolue</i>						
D6	<p>P : bon alors j'ai oublié votre feuille Léa : et je fais comment ? P : vous en étiez où ? parce que je n'ai pas corrigé votre feuille, Léa :je n'arrive pas à trouver ... P :le fichier Léa:oui P :je vous donne une autre feuille, ce que je peux faire, j'ai oublié, vous étiez là déjà ? d'accord, ça été fait ça ? Léa: oui P : d'accord, je ne l'ai pas perdu mais je l'ai mélangé avec les autres, c'est pour ça je n'ai pas corrigé.</p>	La professeur mélange la feuille de Léa avec celles d'autres groupes, donc elle ne peut pas rendre la correction à Léa.						
	<p>08 :30 (051)</p> <p>P : allez vous prenez le travail de la semaine dernière, vous continuez et vous me rendez tous à la fin de l'heure, tout fait !</p>							
D7	<p>08 :50 (053)</p> <p>Lorie : ... P : vous avez donné un nombre à virgule pour un nombre d'insecte, bon, Lorie : c'est l'unité dans laquelle il faut changer P : il faut changer mais ici vous pouvez choisir le nombre de chiffres après la virgule, ça va ?</p>	Lorie demande une explication sur la correction de sa feuille						
D8	<p>Caroline : je commence par celui-là P :oui, c'est mieux Caroline : mais je n'aurai pas fini tous P :ça n'est pas grave, vous pouvez finir après ... P : le contrôle, après les vacances Caroline : sur ? P : sur les suites, allez, allez au travail, dépêchez-vous, il n'y a pas de temps</p>							
D9	<p>09 :30 (057)</p> <p>Sylvie: Comment je peux ajouter six pour cent ? P : on a déjà vu le pourcentage.. le coefficient multiplicatif Sylvie: ça plus 1.06 fois P : oui</p>							
D10	<p>Claire : madame P : oui, je ne pense pas que.. vous passez directement celui-là, faites déjà celui-là quand même, il paraît intéressant, vous faites pas celui-là.</p>							
	<p>10 :10 (061)</p> <p>P : qu'es-ce que vous avez fait depuis le début : rien ! Vous avez deux TD à finir ! ... P : taisez-vous !</p>							
D11	<p>10 :40 (064)</p> <p>Jérôme : je passe directement à l'autre P : vous passez à celui-là, ça c'est fini, c'est fini, je ne connais pas laquelle vous avez choisi mais, je vous ai expliqué qu'il fallait prendre donc vous passez à celle-ci</p>							
D12	<p>11 :40 (070)</p> <p>E : madame c'est 1.06 P : oui</p>							
	<p>11 :50 (071)</p> <p>P : attendez, je vais changer quelque chose, non, c'est bon pardon.</p>							
D13	<p>P : Qu'est-ce qu'il y a ? Quel est le problème ? Lorie: Mais des chiffres comme ça-là P : ça ne tombe pas juste, quand on va diviser 1.06, c'est bien, c'est parfait Lorie: ça arrondit P : oui ça arrondit à l'entier plus proche.</p>							
D14	<p>12 :30 (075)</p> <p>Hélène: ça c'est bon, madame, ça ? P : qui c'est qui m'appelle ? Hélène : c'est bon, madame ? P:quel est le nombre d'insectes, non ça ce n'est pas juste. Hélène: celui-là n'est pas juste ? P : pourquoi, il n'est pas juste ?</p>							

D29	25 :20 (151)	<p>Sylvie: madame, j'ai un problème</p> <p>P : oui</p> <p>Sylvie: pour ça..</p> <p>P : les résultats sont bons</p> <p>Sylvie: j'ai un problème pour ça</p> <p>P : pourquoi dixième mois, pourquoi votre colonie à partir de dixième mois ça a doublé ?</p> <p>Sylvie: parce que deux mille</p> <p>P : là je mets en rouge... prenez la partie de deux milles, est-ce que ça a doublé ?</p> <p>Sylvie: ça c'est le résultat, mais je croyais que c'est celui-là !</p> <p>P : la suite v, il y a u et v</p> <p>Sylvie: à partir de quel mois la population V... oui, oui</p> <p>...</p> <p>Sylvie: V ça ne dépasse jamais U madame</p> <p>P : attendez, il faut regarder...peut-être qu'on peut copier vers le bas, ce n'est pas fini là</p> <p>Sylvie: encore ?</p> <p>P : oui.. les mois passent, le temps s'arrête pas</p>	
D30	26 :40 (159) 27 :10 (162) 28 :00 (167)	<p>André : Madame, c'est quoi là, <i>adapter ces formules aux cellules du tableau</i></p> <p>P : où est-ce que vous en êtes ?</p> <p>Sylvie: madame, pour justifier en donnant les deux calculs, je fais comment ?</p> <p>P : il faut donner la valeur de Je ne sais pas, si c'est par exemple quinzième mois, valeur de v_{15}, u_{15}</p> <p>André : ça y'est c'est bon</p> <p>P : il faut donner de v_{11} et v_{12}</p> <p>André : madame, ça je ne comprends pas</p> <p>P : il faut donner...vous êtes.. ça c'était sur quelle feuille ?</p> <p>André: ça c'est la feuille 2</p> <p>P : comment vous pourriez répondre à ça sans avoir fait le calcul ?</p> <p>André: de quoi ?</p> <p>P : le douzième mois, vous n'êtes même pas allé jusqu'au douzième mois ?</p> <p>André: si, je continue jusqu'au</p> <p>P : oui ?</p> <p>André: comment on part là au douzième mois là ?</p> <p>P : c'est la question que je vous pose ! ...vous avez répondu</p> <p>....</p> <p>P : alors comment on le fait ? comment on peut parler du douzième mois, dix-huitième mois sans avoir fait de calcul ? ...je pense que ça c'est plutôt du côté des oreilles que ça se passe !</p> <p>....</p> <p>P : il vous faut copier vers le bas comme tout à l'heure !</p> <p>André : il est où le bouton</p> <p>P : c'est comme tout à l'heure mais il faut d'abord copier vers le bas !</p>	
D31	28 :30 (170)	<p>Nicolas: madame, pourquoi les deux résultats que [inaudible]</p> <p>P : vous donnez de deux valeurs de la suite</p> <p>...</p> <p>P : mais il faut donner.. pour v_{11} c'est passé, pour v_{12} c'est fait.. donc il suffit de donner v_{11} égal, v_{12} égal</p> <p>Nicolas: d'accord merci</p>	
D32	29 :00 (173)	<p>Claire: madame, s'il vous plaît.... Là j'ai copié plusieurs mois</p> <p>P : oui</p> <p>Claire: : [inaudible]</p> <p>P : pas la case de onze et douze</p> <p>Claire:: voilà</p> <p>P : qu'est-ce que vous fabriquez là</p> <p>Claire:: une formule qui ajoute chaque fois ...parce que ça a marché pour tous</p> <p>P : oui mais il faut le faire à partir de là..</p> <p>Claire:: d'accord, ça n'a pas marché</p> <p>P : si, si ça va marcher mais ça n'a pas fait à la main.. égal ...</p>	
D33	29 :30 (176) 30 :50 (184) 31 :50 (190)	<p>Céline : excusez-moi</p> <p>Céline : : pour ça là, on donne seul un mot ou ...</p> <p>P : il faut dire que ...un nombre c'était ..la première, deuxième...ce n'est pas la même chose</p> <p>Céline : moi, j'ai pris l'exemple de..</p> <p>P : ce n'est pas la même chose moi.</p> <p>Céline : qu'est-ce qu'il y a ?</p> <p>P : il vous dit de sauter la colonne, non ?</p> <p>Céline : ...</p> <p>P : entre 4 mille et 5 mille j'ai 4mille 500</p> <p>Céline : entre 4 mille et 5 mille ?</p> <p>P : j'ai 4 mille 500, moi... ;regardez</p> <p>Céline : je n'ai pas vu la colonne de zéro</p> <p>P : il manque une... ce n'est pas grave, on va leur ajouter, on va ajouter, ne vous inquiétez pas</p> <p>Céline : c'est bon, je les ai mais là, zéro...3 mille, 3mille500, 4 mille, 5 mille ...non !</p> <p>P : non ! ça c'est pas grave, insertion , colonne ..comment vous avez fait ça, vous avez fait ça à la main ! ça c'est pas terrible là</p> <p>Céline : mais non, ça oui mais après ...j'ai fait</p> <p>P : non..</p> <p>Céline : je sais comment faire</p> <p>P : oui, mais vous voyez quand on veut ajouter la colonne, on vous embête après, et là on va copier vers la droite....</p> <p>D'accord...et là on va mettre 4 mille 500, et les autres justes, on va copier vers la droite, d'accord ?</p> <p>...</p> <p>P : faites entrer d'abord et maintenant.. non, non !! vous allez dans la case que vous voulez les copier..</p> <p>E : Edition,...</p> <p>P : voilà, sinon on peut faire comme ça aussi, vous allez là, vous voyez il y a un petit, là quand vous êtes ici il y a une grosse croix ici, ici il y a une petite croix et vous recopiez ..vous allez vers le bas</p> <p>Céline : tout seul, je n'ai pas besoin ...</p>	

		<p>Sylvie:c'est la même chose, non ?</p> <p>P : oui, c'est la même chose</p> <p>Sylvie :O.K. et soit finir ou soit finir pour la rentrée</p> <p>P : voilà</p> <p>Sylvie: et sur l'ordinateur ?</p> <p>P : vous faites maximum aujourd'hui, sinon vous prenez une calculatrice</p>	
D5		<p>P : vous en faites maximum aujourd'hui..</p> <p>Hélène :ça, madame ?</p> <p>P : la feuille bleue</p> <p>Hélène : là</p> <p>P : oui, faites la feuille bleue, cette feuille, c'est pareil sauf que c'est B, j'ai corrigé l'énoncé.. c'est pour le 24 février</p>	
D6		<p>P : qu'est qui se passe, ça marche pas ?</p> <p>E : ça marche, on arrange tout</p>	
D7		<p>P : dépêchez-vous, travaillez !! il ne faut pas enregistrer sur le disque dur local mais sur le disque dur de serveur</p> <p>E : pourquoi ***</p> <p>P : c'est effacer systématiquement</p> <p>P : vous travaillez, dépêchez-vous !</p>	
D8		<p>P : qu'est-ce qu'il y a ?</p> <p>E : j'arrive plus, j'ai oublié</p> <p>P : qu'est-ce que vous avez oublié ?</p> <p>E : *****</p>	
D9	047	<p>P : qu'est-ce qu'il y a ?</p> <p>Elodie :un problème technique en fait</p> <p>P : qu'est qui se passe ?</p> <p>Elodie : c'est pas bon tout ça, mon mot de-passe</p> <p>P : le numéro, il est bon ?</p> <p>Elodie : oui, je crois</p> <p>P : ce n'est pas T 03, c'est T02 je sais plus ?</p> <p>Elodie :c'est 02</p> <p>P : c'est mot de passe qui n'est pas bonje vais vérifier...c'est bien minuscule, majuscule ? le mot de-passe...vous êtes en minuscule là ? c'est 25</p> <p>Lorie :vous êtes sûr , c'est en gros ça , il faut écrire en petit</p> <p>Elodie : en gros j'ai dit</p> <p>E : le f, il n'est pas en gros, madame</p> <p>Elodie :oui, en gros</p> <p>P : essayez, je pense que ça ne changera rien ça</p> <p>Lorie :ça change rien , ça change juste le mot de passe</p> <p>P : j'ai pas mis votre mot de passe, ça va pas marcher...travaillez- vous.. si non je vais vous donner celui de dépannage, j' essaie de tous les dépannages retapez votre passe, c'est un minuscule votre passe ?</p> <p>Elodie :oui</p> <p>P : je prends mot de passe de secours alors il est longdonc j'ai des graphiques comme ça !</p> <p>Elodie : ce n'est pas Excel</p> <p>P : vous avez Excel, oui mais d'abord le tableau bien sûr.. donc ça ne marche pas alors évidemment.. le problème est que vous n'êtes pas toute seul sur ce mot de passe là, vous avez enregistré.... Qu'est qu'il est lent....</p>	
D10		<p>E :madame, c'est quelle ville qui a cent milles d'habitants madame ?</p> <p>E :A</p>	
	064	<p>P : (pour Elodie)qu'est ce que c'est lent... vous allez essayer de vous mettre là.... Ce n'est pas normal, je vais essayer avec une accent mais comment je vais l'entrerallez mettez vous là bas, parce qu'il est sûr qu'il est très très lent</p>	
D11		<p>P :André, qu'est-ce qui se passe ! ***** travaillez-vous</p> <p>André:arrêtez, je travaille aujourd'hui</p> <p>P : a..bon ! je n'arrive pas ***** encore</p>	
D12	072	<p>Céline :ici là , la première question...avec cinq milles d'habitants et un taux de croissance de huit pour cent , comme l'exemple avec les insectes</p> <p>P : oui, c'est la même chose</p>	
D13	074	<p>P : il y a un problème, non, ça ne va pas ça, pas du tout.. pas du tout, pas du tout, pas du tout....</p> <p>Nicolas: ça croit cinq milles par ans</p> <p>P : comment vous faites pour entrer ça ?</p> <p>Nicolas: ***</p> <p>P : et ça, vous avez entré comment ?</p> <p>Nicolas:j'ai entré ***</p> <p>P : à la main !!??</p> <p>Nicolas:oui, comme ça</p> <p>P : et là vous avez fait</p> <p>Nicolas:oui, aussi</p> <p>P : j'ai vu que vous avez tapé sur le clavier</p> <p>Nicolas:c'est ça que j'ai entré, c'est celui là les numéros que j'ai entrés</p> <p>P : il n'y a pas un problème ?</p> <p>Nicolas:pourquoi il y aura un problème ?</p> <p>P : parce que vous avez une population qui est 100 au départ et l'année d'après cinq miles cent, ça veut dire que chaque habitant</p> <p>Nicolas:oui, c'est normal , il augment cinq mille par an</p> <p>P : chaque habitant a fait combien d'enfants ?</p> <p>Nicolas:beaucoup</p> <p>P : beaucoup</p> <p>Nicolas: il y aurait une immigration ou ...vous savez la démographie..</p> <p>P : je crois que tous vous ne savez pas lire</p> <p>Nicolas:là cent milles et là cinq milles</p> <p>P : il y a un problème d'unité</p> <p>Sophie :ça fait cent cinq miles</p> <p>P : oui.....il y a un problème d'unité Nicolas !</p>	
	081		
D14		<p><i>Elle commence à distribuer les corrections de la semaine dernière.</i></p> <p>P : ça marche là ? sous votre mot de passe ?</p> <p>Elodie :oui</p>	

D15		<p>P :Lorie ..vous n'avez pas travaillé beaucoup la semaine dernière la première semaine c'était très bien</p> <p>Lorie : mais c'était dur</p> <p>P : il n'y avait pas beaucoup de travail à faire..</p> <p><i>Elle distribue les corrections....</i></p>	
D16	089	<p>Sylvie : madame, on a un petit problème</p> <p>P : oui</p> <p>Sylvie:la population d'une ****pour cent</p> <p>P : bonne question, plusieurs fois ce qu'on a fait</p> <p>Sylvie:oui, mais j'oublie</p> <p>P : quel est le coefficient multiplicatif ?</p> <p>Sylvie:zéro virgule huit, non ?</p> <p>P : ...</p> <p>Sylvie :zéro virgule zéro huit</p> <p>P : oui mais pas tout à faitzéro virgule zéro huit ça va donner l'augmentation</p> <p>Sylvie:alors zéro virgule zéro deux</p> <p>P : non ! zéro virgule zéro huit va nous donner le nombre de personne en plus</p> <p>Sylvie :alors on ajoute selon les personne-là **</p> <p>P : voilà, donc on multiplie 60 par...</p> <p>Sylvie : par zéro virgule ...</p> <p>P : non</p> <p>Sylvie: alors j'ajouterai le nombre de personnes</p> <p>P : faites-le</p> <p>Sylvie: j'ai 60</p> <p>P : oui</p> <p>Sylvie: plus ...zéro virgule zéro huit ...et après 60 plus...</p> <p>P : si vous voulez, mais il y a plus simple</p>	
D17	094	<p>P : qu'est-ce qui n'est pas bon,</p> <p>Nicolas : on nous dit cinq mille par an, la ville A croit cinq mille d'habitants par an, ça c'est bien un an</p> <p>P : oui</p> <p>Nicolas: et pourquoi je n'ajoute pas cinq mille ?</p> <p>P : parce que les unités sont des milliers d'habitants</p> <p>Nicolas:d'accord</p> <p>P : vous voyez bien qu'il y avait une disproportion tout à l'heure</p>	
	097	<p>P : (pour Sophie) qu'est-ce que vous avez fait comme opération ? ...ce n'est pas bon, non....vous avez fait comme si c'était une suite arithmétique ! ce n'est pas une suite arithmétique...</p>	
D18		<p>Marie: 60 plus huit pour cent, c'est bien ça ?</p> <p>P : ...</p> <p>Marie:60 plus</p> <p>P : oui</p> <p>Marie: huit pour cent</p> <p>P : oui</p> <p>Marie :ça marche pas</p> <p>P : c'est normal</p> <p>Marie: a..normal</p> <p>P : si vous dites pas de quoi ... huit pour cent, c'est tout ça , ça veut rien dire, c'est toujours huit pour cent de quelque chose.</p> <p>Marie: bien sûr, oui donc.....donc huit pour cent de quoi ?</p> <p>P : c'est la question qu'on vous pose</p> <p>Marie: huit pour cent de.. de ... 60</p> <p>P : oui</p> <p>Marie: ***** sur qui, attendez je vais ... je mets 60</p> <p>P : oui</p> <p>Marie: plus huit pour cent ...divisé par 68..voilà</p> <p>P : je ne dis pas, vous essayez !</p> <p>...</p> <p>P : vous êtes en train d'expérimenter la chose que je connais pas là Pour cent moi je n'écris que dans une phrase en français</p> <p>Nicolas: Personnellement je précise fois huit divisé par cent</p> <p>P : oui, moi je précise(???*) multiplié par quelque chose pour aller plus vite</p> <p>Nicolas :moi je connais une</p> <p>P : un coefficient multiplicatif</p> <p>Nicolas: ahh ça simplement coefficient multiplicatif.... Si non fois huit divisé par cent, c'était bon</p> <p>P : c'est 6 plus c'est 6 fois 8 divisé par 100 en ce moment-là, mais c'est plus rapide de multiplier directement</p>	
D19		<p>Sophie: madame, [inaudible]</p> <p>P : à votre avison a déjà fait le pourcentage</p> <p>Marie : 1,08 fois [inaudible]</p> <p>P : voilà, très bien</p> <p>Sophie : pourquoi ?</p> <p>P : coefficient multiplicatif, vous rappelez pas ?</p>	
D20		<p>... comment ?</p> <p>Céline : c'est juste l'augmentation...</p> <p>P : je ne sais pas , vous ne faites pas encore</p>	
		<p>P : André ! retournez-vous s'il vous plaît, travaillez !</p>	
D21		<p>Céline : madame, c'est juste la formule ?</p> <p>P :vous avez le même problème d'unité</p> <p>Céline: le même problème d'unité</p> <p>P : que vos camarades ...la population c'est marqué.. c'est des milliers là, d'accord ? donc là c'est cent milliers et vous avez ajouté</p> <p>Céline: ça veut dire... on n'ajoute pas de zéros, ce n'est pas de problème mais ...</p> <p>P : c'est cent plus cinq milliers ce n'est pas cent plus cinq mille ...bien, on réfléchit ! .. ça c'est facile</p>	
D22	116	<p>Claire: madame, s'il vous plaît, la formule-là Pour recopier jusqu'à 25</p> <p>P : on a déjà fait... je ne sais pas combien de fois !</p> <p>Claire: oui, je sais mais ..égal ... A6</p> <p>P : oui</p> <p>Claire: plus 1 entre</p> <p>P : oui</p>	

		<p>Claire: et ensuite une fois sélectionne...</p> <p>P : non, non ! il ne faut pas sélectionner zéro</p> <p>Claire: c'est pour ça que...</p> <p>P : pas sélectionner les zéros</p>	
D23		<p>P : qu'est-ce qu'il y a ? égal, égal ! ... d'abord</p> <p>Marie: 60 ...</p> <p>P : oui</p> <p>Marie: après je fais ça</p> <p>P : non, là ce n'est pas la peine de mettre égal, c'est pas grave ... multiplier</p> <p>P : oui</p> <p>Marie: c'est ça ?</p> <p>P : oui.... alors au début mettre en format...cellule.... Attendez... vous tapez quelque chose là... pourquoi vous faites... ouhhh.... égal ... on va faire ça... (Lorie ! vous êtes au travail bien sûr !!) vous allez faire ça, je préfère le coefficient multiplicatif, vous l'aviez tout à l'heure 1,08</p> <p>Marie: non, c'est parce que c'est 1.08 je l'ai oublié</p> <p>P : 1.08, ils sont sales les claviers</p> <p>Marie: ce n'est pas possible ça, comme le pourcentage!</p> <p>P : parce que vous êtes en format</p> <p>Marie : tiens...c'est ça...</p> <p>P : oui</p> <p>Nicolas : alors attendez ... ça il faut mettre moins 40... ça ..attendez ça moins ça, c'est ça ..</p>	
D24		<p>Claire: ...jusqu'à la 25^e ligne, c'est ligne ce n'est pas d'années</p> <p>P : ...auhh oui effectivement on va le laisser ... non il faut y aller jusqu'à 25 là... jusqu'à 25</p> <p>Claire: 25, d'accord</p>	
D25	128	<p>Hélène: madame, pour le graphique</p> <p>P : le graphique ? vous avez tout fini là ..c'est parfait ! vous ne voulez pas l'imprimer , ça sera pas mal ?</p> <p>Hélène :oui...je voudrais bien imprimer, regardez</p> <p>P : vous avez noté ce que vous avez écrit dans les cases, parce que je vous demande ça</p> <p>Hélène:oui, oui</p> <p>P : ..très bien très bien... on peut l'imprimermettez votre nom quelque partmettez votre nom ici, par exemple, ici...mettez votre nom là...voilà..</p> <p>Hélène:et après ?</p> <p>P : vous allez ici, vous allez l'imprimer... je sais pas si ça va marcher, si ..si</p> <p>Hélène : tout à l'heure en allumant l'ordinateur il y avait un truc...</p> <p>P : oui j'ai vu, je l'ai supprimé normalement.. O.K., voilà</p> <p>Hélène: et après comment on fait le graphique.. j'ai complètement oublié</p> <p>P : vous sélectionnez... la carte ce n'est pas la peine ...attendez...quand je veux dire jusqu'à la 25^e ligne en fait</p> <p>Hélène : jusqu'à 25^e année, en fait c'est ça ?</p> <p>P : oui</p> <p>Hélène : d'accord, je n'ai pas compris !</p> <p>P : on ne comprend rien</p> <p>Hélène:d'accord</p> <p>P : ce n'est pas grave, l'avantage c'est compter aller jusqu'où on veut là ... là, vous sélectionnez la zone où vous voulez faire le graphique et vous choisissez l'assistant graphique..</p> <p>Hélène: ahhh le problème, aujourd'hui c'est l'ordinateur!</p> <p>P : ola là .. la souris a oublié de marcher ! oufff ... compliquez les ***je ne suis jamais arrivée, oulà là !.. on fait comme ça, voilà.. et maintenant où il est passé l'assistant graphique là ?.. et voilà !</p> <p>Hélène: j'ai appuyé tout à l'heure pour..</p> <p>P : c'est pour faire ..</p> <p>Hélène: c'est nuage des points, je crois que c'était l'autre</p> <p>P : voilà... vous voyez, on voit bien là... on voit bien là.... Suivant, en cadrage... zoom ... suivant.. attendez j'ai oublié de donner le titre, .. légende, suivant ... mets sur la nouvelle feuille ?</p> <p>Hélène: oui, il est grand ...deux trucs différents</p> <p>P : voilà... on va supprimer le...</p> <p>Hélène: la grille</p> <p>P : la grille, ouhh zutt.... Supprimer la grille, ça donnera ça.. ça sera plus joli ...voilà</p> <p>Hélène: oui</p> <p>P : méfiez-vous parce que l'imprimant n'a pas de couleurs, donc la rose, vous n'allez pas la voir.</p> <p>...</p> <p>P : il y a un petit problème c'est ce que le nom n'est pas apparu sur la feuille ... ça va pas ? ... vous avez.... Le problème c'est que votre nom n'est pas *****</p> <p>Hélène: oui, celui là, il faut mettre le nom de famille non ?</p> <p>P : oui, mais regardez ça ce n'est pas imprimé..... ça ne fait rien, vous avez déjà imprimé quand même celui-là est le premier...</p> <p>Hélène: merci</p>	
D26	146	<p>E : madame</p> <p>P : oui, j'arrive.....c'est parfait....</p> <p>E : jusqu'à la 25^e ligne</p> <p>P : qu'est-ce que c'est ça.. pourquoi le mois s'est mis là ? qu'est-ce que vous avez fabriqué ?</p> <p>E : pourquoi ?</p> <p>P : ça c'est bizarre ... ce n'est pas grave ...</p> <p>E : ****</p> <p>P : vous allez faire le graphique maintenant ... (à la classe : vous allez jusqu'à.. je me suis trompée ça c'est pas la peine la 25^e ligne mais la 25^e année...donc vous allez jusqu'à la 25^e année)</p>	
D27	150	<p>Sylvie: madame, moi je suis allé jusqu'à la 22^e année et là..</p> <p>P : o là ! il y a un problème</p> <p>Sylvie: déjà **** l'autre</p> <p>P : oui ça ..je dirai même que la différence augmente .</p> <p>...</p> <p>P : ***vous avez considéré que c'est une suite arithmétique là</p> <p>Sylvie: pourquoi, ce n'est pas ça ? si ça augmente de 8 pour cent à chaque année !</p> <p>P : oui mais de 8 pour cent par rapport à l'année précédente, pas huit pour cent par rapport à la première année !</p> <p>...</p> <p>P : non, parce que là, pour la population A c'est bien mais pour la population B ça ne va pas, vous l'avez fait...vous l'avez augmenté de..... pas huit pour cent..... là c'est bon..... si c'est bon, vous avez enlevé trop décimale par contre</p>	

	<p>Catherine: il demande la décimale maximum, alors j'ai enlevé maximum P : non, une décimale maximum ! ... je ..voilà ! Sylvie: madame, vous m'avez dit... P : oui ? Sylvie : ...0,08 P : comment vous avez obtenu les quatre virgule de huit Sylvie: *** comme je vous ai dit à tout à l'heure et vous m'avez dit oui mais il y a **** P : oui mais c'est que je voudrais ce que .. Sylvie: **** P : on va effacer ça...vous faites égal... vous partez cette case-là et vous faites une opération Sylvie: fois 0.08, on avait dit P : bon, écrivez-le alors...oui...oui... ça ne suffit pas pour un résultat Sylvie: ensuite, je l'ai ajouté ... P : oui, plus....O.K. ? Sylvie: voilà P : c'est ça, vous copiez vers le bas Sylvie: c'est ce que j'ai fait P : voilà la preuve Sylvie: vous l'avez copié là ? P : oui, je l'ai copié Sylvie: d'accord</p>	
D28	<p>P : vous faites le graphique après ! vous avez récupéré votre graphique ? ... je veux voir ce que vous avez fait Jérôme : c'est à Hélène P : à Hélène, pourquoi vous l'avez imprimé deux ou trois fois ? Hélène : ça a imprimé trois fois ? P : oui Jenifer : **** P : non, non justement c'est ce que je pense.. attendez...enregistrez votre travail Hélène: attendez, il faut remettre les couleurs déjà.. Hélène: et euro c'était quoi ? il n'y a pas de légende P : et euro...c'était.... Hélène : ehhh c'est bon P : vous trouvez qu'il y en a une qui est croissance linéaire et l'autre croissance exponentielle Hélène: ...soixante et cent donc soixante c'était.. E : B ... P : vous enregistrez votre fichier !</p>	
D29	<p>Caroline : quand il dit décimale maximale, c'est ça ? P : pour laquelle ? Caroline : donner les réponses avec une décimale maximum, c'est ça ? P : oui et pour l'écart ça serait plus facile si vous aviez une décimale Caroline : ce qu'il a marqué P : maximum ! ... ça fait trop là... Caroline : c'est minimum, ça veut dire P : pas plus d'une décimale ça veut dire</p>	
D30	<p>Jérôme : c'est bon, madame ? P : oui, alors.... Je vérifie ..Qu'est-ce que vous avez fait là, je ne comprends rien...quelle est votre formule là ? Jérôme: je fais.. P : non, non, ça ne va pas ça non, non vous ne répondez pas à la question là, je suis désolée...forcez-vous un peu de ménage là, je ne sais pas combien de fois qu'on fait .. et là c'est bon, là c'est bon, pardon Jérôme: voilà, ce que j'ai fait P : là, c'est bon mais par contre vous avez ...</p>	
D31	<p>Sylvie: madame, le graphique qu'on doit faire sur une feuille ou on fait ici ? P : vous le faites ...c'est possible ici sinon.... et là vous faites égal Sylvie: comment on vous rend la feuille, madame ? vous regarderez dans l'ordinateur P : oui Sophie : madame, là vous dites.. 20000 habitants *** on efface tout ça ? P : vous changez juste le départ ! Sophie : oui, mais.. P : si vous avez bien.. Sophie: oui mais ce paragraphe tout ça... P : si vous recopiez la feuille, vous êtes où ? j'arrive...vous avez fait le graphique ? Sophie: non P : faites le graphique d'abord</p>	Sylvie et Sophie se déplacent pour poser les question à la prof. La prof. s'occupe la feuille de calcul de Jérôme quand elle les repond.
D32	<p>Jérôme : oui, c'est bon là P : c'est bon ... ce n'est pas moins quarante là</p>	
D33	<p>E : **** P : c'est bon, pas plus d'une décimale E : voilà, un chiffre après virgule E : d'accord</p>	
D34	<p>André: il faut arrondir en plus de ça ? P : aahh oui ! il faut arrondir en plus de ça.</p>	
D35	<p>P : (à Sophie) alors le graphique...j'aimerais bien que vous mettiez votre nom comme ça parce que si vous imprimez...j'essaie de permettre.. là ça n'a pas marché tout à l'heure, là .. ça réunit.. tapez votre nom.. voilà, très bien donc on va imprimer ça et vous allez faire le graphique, vous sélectionnez la zone où vous voulez le graphique, faites-le ... P : (à Alain) qu'est-ce que vous fabriquez ? et oui Pour un graphique.. Alain : oui , regardez P : faites le précédent.. nuage des point , celui-là, c'est bon P : faites le précédent, nuage des points...celui-là c'est bon ... Sophie : on va avoir quelle colonne P : (à Sophie) vous *** trois vous, il y avait écart... supprimez là, et mettez C Vous sélectionnez la zone dont vous voulez... vous toutes effacez, oufff... recommencez alors, sélectionnez la zone dont vous voulez le graphique... sur ces lignes-là</p>	

		<p>P : qu'est-ce que vous faites ? Sophie : ce n'est pas ça ? P : dont vous voulez le graphique, ce n'est pas où vous voulez faire ! Sophie; O.K. P : peut-être pas écart</p>	
D36		<p>Sylvie : madame, s'il vous plaît vous pouvez me répondre ! P : oui Sylvie : comment je fais pour le graphique P : vous sélectionnez la zone des données où vous voulez faire le graphique Sylvie : c'est-à-dire ? P : je ne sais pas moi... la ligne comme ça, comme ça, comme ça... Sylvie : on va faire le graphique de la population de B ou A ? P : les deux.... Les deux en fonction d'année comme ça, vous descendez... je vous montre, vous faites toute seule après, vous êtes là et puis vous allez choisir nuages des points Sylvie: après, c'est celui : suivant ? P : oui... E : et on fait ça pendant toutes les années.. jusqu'à la 25^e année P : oui... Catherine : **** le histogramme... P : nuages de points Catherine : nuages de points ? P : oui.... (à Sophie) oui, suivant, oui très bien très bien parfait.. voilà... Marie: comment il faut y aller .. le graphique P : vous sélectionnez la zone des données ? Marie : la zone tout ça ? P : est-ce que vous voulez l'écart ou non ? Marie : l'écart ? P : l'écart... vous ne l'avez pas fait, alors je ne peux pas...</p>	
D37		<p>E :madame, le graphique je vais le mettre sur A ou sur une nouvelle feuille ? P : comme vous voulez</p>	
		P : (au groupe de Hélène, Jenifer, Elodie et Lorie) encore vous êtes en train de bavarder !!!	
D38		<p>Jérôme : madame, c'est bon là ? P : oui</p>	
D39		<p>Caroline :madame P : oui Caroline : je prends le nuage des points P : oui Caroline : et là, je prends laquelle ? P : celui-là Caroline :celui-là ? P : oui</p>	
D40		<p>P : vous allez, ça sonne, non ça n'a pas sonné... E : madame, regardez .. P : choisissez le nuage des points, là vous avez fait des diagrammes en bâton...ce n'est pas terrible mais on voit pas grand-chose. P : vous faites, où est-ce qu'en vous êtes ? Voilà Claire : choisir un graphique en quoi ? P : nuage des points ... P : voilà Claire : celui est mieux ? P : le premier est le mieux P : vous n'avez pas choisi la zone des données E : c'est quoi ? P : faites annuler André : on va où déjà ? P : vous sélectionnez la zone des données, d'abord André :comment on la sélectionne? P : la ligne.. ça, ça, ça ..et vous descendez Claire :ça ? P : oui, descendez, descendez.....** ** quand même Claire :attendez P : encore, encore...là revenez...voilà.. très bien, l'assistant graphique, là bas.....nuages de points.....</p>	
D41		<p>Céline: comment je fais [inaudible]pour aller [inaudible] P : vous allez dans l'assistant graphique...qui est là ... c'est petit machin... attendez, attendez... vous allez dans graphique.... type de graphique... E :d'accord P : voilà</p>	
D42		<p>Claire: c'est bon, là ? P : pourquoi vous allez jusqu'à moins cent, vous ? Claire:comment ? P : O.K.... Claire : on doit finir chez nous P : oui ... non, il n'y a pas de ***celle-là Claire:c'est vous *****c'est pas grave, on commence par le graphique.. P : donnez ... on va supprimer ça, on va mettre C à la place... voilà... Claire:c'est bon ? P : c'est bon, mais vous pouvez l'imprimer, vous allez avoir.... Imprimez-le, mettez votre nom quelque part Claire: moi, je le mettrai sous la feuille ... P : d'accord, imprimez-le, appuyer sur...là, là</p>	
D43		<p>Nicolas: quel type de graphique, madame P : nuages de points Nicolas :nuages de points ?</p>	

		<p>P : nuages de points Nicolas :O.K. P : qu'est-ce que c'est ça ? Nicolas : ***** je crois que ça n'a pas fait le nuages de points P : je crois... Nicolas: alors on va recommencer</p>	
D44		<p>Sophie : j'ai fait le graphique, tout ça je peux effacer et je peux faire un autre graphique après sous l'autre ? P : vous mettez en bas là le graphique.. voilà, mettez-le en bas, oui.... P : vous voulez l'imprimer ? Sophie:oui P : et votre nom... oui je me souviens... on imprime.... Et après vous changez des donnés de départ et vous aurez.. Tout sera modifié en même temps</p>	
D45		<p>Hélène: madame, elle veut se rendre chez elle P : non à l'infirmerie Jenifer : : mais à l'infirmerie... P : je ne peux pas vous laisser vous rendre chez vous Jenifer: tout à l'heure [inaudible] je suis malade, je voulais me rendre chez .. P : on peut vous accompagner à l'infirmerie mais on ne peut pas vous laisser **** on ne peut pas vous laisser toute seule vous rendre chez vous ...il faut aller à l'infirmerie... Hélène : au moins tu restes allongée là bas et puis après.. P : elle appelle quelqu'un pour qu'on vous accompagne chez vous mais vous ne partez pas toute seule ! ... vous voulez y aller maintenant ? Jenifer: oui P : vous avez sauvegardé, sauvegardez votre truc Hélène : madame, oui....attendez avant de partir, il y a un truc que je ne comprends pas, là on a dit remplacer par ***** ça dépasse la population A puisque c'est inférieur? P : ça descend beaucoup, beaucoup, beaucoup Hélène : oui, d'accord, en fait, on continue plus que la 25 P : plus loin que la 25.... Vous continuez plus loin de 25..... non, non, vous faites, fais comme ça, attendez, attendez... mais c'est en retard.....est-ce que j'ai fait une bêtise....</p>	
D46		<p>P : alors , André... oui !... alors je vous déplace... c'est bien .. ça vous fait rire ... ça fait rire André ; bon... André : on a quoi à faire pour la rentrée après ? P : il faut continuer André : mais c'est sur l'ordinateur ? P : vous faites à la main André: moi, j'ai un ordinateur chez moi P : vous faites sur l'ordinateur, alors P : vous voulez imprimer André:ça y est, ça y est !! j'ai trois imprimés même ... j'ai eu un petit problème P : vous avez mis votre nom quelque part pour que vous sachez</p>	
D47		<p>Lorie : *****n'importe quoi là P : non, elle est bien Lorie: non, elle n'est pas bien ! P : pourquoi elle n'est pas bien ? Lorie: parce qu'il n'y a pas l'échelle en bas P : voilà, il faut le mettre o là là ! appliquer.... laquelle j'ai sélectionné ? vous ne rappelez pas Lorie: vous avez... P : je vais changer la couler, on va voir ...je mes en violet Lorie: c'est joli mais il n'y a pas ***</p>	
D48		<p>Sylvie : quand on a remplacé .. regardez, je vais vous montrer... on a remplacé la population B par vingt milles habitants P : oui ? Sylvie : on.. ce qu'il est avant, vous n'allez pas voir donc P : si Sylvie: donc vous allez l'impression qu'on n'allait pas travailler P : vous vous copiez votre feuille vous êtes où ? Vous copiez votre feuille.... Regardez ... j'arrive, j'arrive !.... édition ..déplacer une copie une feuille , créer une copie.... que vous allez mettre là, O.K ? et vous allez voir changer ça .. ce n'est plus soixante et c'est.. Sylvie: vingt P : vingt, vous **** le tableau automatiquement Sylvie :automatiquement ? P : voilà, votre graphique aussi Sylvie :O.K. mais le problème est ce que ..regardez...ça n'augmente pas Sylvie : si ça augmente mais il fait prendre plus long temps... ça augmente, regardez la courbe Sylvir: oui mais .. P : ce n'est pas compliqué avec un tableur Sylvie : je fais la copie P : *** copier..... copiez vers le bas... Sylvie : merci, madame</p>	
D49		<p>P : ça y'est ! Marie :non, ça va pas P : vous n'avez pas sélectionné de données ! Marie : ***** P : sélectionner... non ça n'est pas tout ça ! ça n'est pas de données là haut... Marie: **** P : oui Marie:voilà P : sur l'assistant graphique...voilà Marie:après ? P : nuages de points ... Marie: et après madame ? P : suivant Marie: mais il y a trois P : oui, parce que vous avez sélectionné la troisième colonne</p>	

		<p>Marie: dans quel *** on enregistre le document, mes documents ? P : non, pas de mes documents ! 1L... voilà Marie: je ***** ce que je veux P : ce que vous voulez...vous allez dansoui regardez ce qu'il y a dedans, allez-y...voilà première L, là, voilà...qu'est-ce que vous fabriquez, vous ? Marie: *****</p>	
D50		<p>P : vous avez un ordinateur chez vous ? André: oui, mais je ***** jamais P : vous allez ***** qu'est ce que c'est ça ! ... André: je n'ai rien fait moi P : qu'est-ce que c'est bazar ?... non, je n'ai pas dit que vous avez fait quelque chose. ***** pour vous André: vous m'avez demandé qu'est ce que j'ai fabriqué ; je vous dis je n'ai rien fait P : fichier, enregistre (André: *****ça ne marche pas , madame ! P : aaa...) ... oufff pourquoi ça marche pas !? André: je ne sais pas P : vous n'avez pas changé *** André: non... ce n'est pas mon ***** un ordinateur P : je vois ça.....</p>	
D51		<p>Sophie: madame P : oui Sophie : le graphique***** P : parce qu'il n'y a pas de place.... Vous avez imprimé le graphique ? .. alors on va déplacer alors le graphique Sophie: c'est ça...le premier, j'avais mis sur ce côté parce que ça m'a gêné P : oui... Sophie: tu t'en vas où Marie,? Marie : en français Sophie : ça a sonné ? Marie : ça va sonner P : ***** Marie : on l'imprime ? P : oui.... vous avez sauvegardé ? Sylvie : vous imprimez quoi là ?</p>	
D52		<p>Marie: madame, vous pouvez me regarder, s'il vous plait, ce n'est pas n et un P : Marie : madame, vous avez *****là P : normalement je l'ai imprimé..... Qu'est-ce que c'est ça ? Je ne comprends rien du tout, là ... c'est quel numéro ? quel numéro ? Marie: 27 P: 27.... Marie : c'est moi P: ce que je ne comprends pas, c'est pourquoi vous avez accès..... vous l'enregistrez... E : c'est tout ? P : changez le nom Marie: j'écris quoi, madame ? P : ce que vous voulez.. un nom Marie: attendez j'écris quoi ? P : ce que vous voulez. ... E : : madame, on vous donne la feuille ou vous ne demanderez rien ? P : oui, vous ne me donnez rien , vous l'enregistrez.... (à Marie) vous fermez et moi normalement je peux aller voir là bas, c'est le 26, 27. je vais le voir !</p>	
		<i>La sonnerie</i>	
D53		<p>André : madame, je vous laisse l'ordinateur *** parce que ... P : non.....ahh c'est vrai, attendez, vous ne sortez pas , vous sortez pas André ! c'est quel numéro André ? André ! c'est quel numéro ? André : c'est 33 P : 33, on va savoir, comment vous appelez le fichier ? André : André P : qu'est-ce qui se passe ?André il faut fermer sortir ... qu'est-ce qu'il y a ? vous êtes sortie correctement ? E : j'ai enregistré pour .. P : oui mais vous êtes toujours connectée... c'est joli le paysage là André: on éteint madame l'ordi? P : vous n'éteindrez pas l'ordinateur mais vous vous déconnectez</p>	
D54		<p>Sylvie : ***** P : faites voir, sous quoi d'abord... est-ce que vous avez enregistré sur C ou sur D ou sur M ? Sylvie : sur mes documents P : et la prochaine fois, vous ne trouverez plus soit, on change la raison de suite soit, la valeur initiale Sylvie : je ne trouverai pas ! P : non Sylvie : comment vous allez trouver mon travail madame ? P : le problème est que, si vous enregistrez sur le disque dur local, ça efface systématiquement Sylvie : donc vous n'allez pas voir mon travail, madame ! ? non ! P : c'est la joie d'informatique ça Sylvie : et madame, pour ce tableau là, j'aurais écrit ce qu'il a marqué là, ce que j'ai fait là, j'écirai donc... P : vous avez une calculatrice à la maison pour le faire Sylvie : je n'ai pas compris moi, ici P : vous changez ...c'est éventuellement à la prochaine fois, vous changez les valeurs initiales...il y a deux populations A et B, alors Sylvie: et ça n'est pas, on rente pour la rentrée ? P : si, essayez de le faire tout seul chez vous, manifestement vous avez bien compris là. Sylvie : et là madame, celui-là aussi, il faut faire chez moi P : il n'y a rien à faire là</p>	

Annexe 5

Les séances de Mme PEX

Annexe 5.1. 1^{ème} séance (bilan en demi classe) (09.01.2003)

Annexe 5.2. 2^{ème} séance (séance en demi classe) (23.01.2003)

Annexe 5.3. 3^{ème} séance (séance en classe entière) (29.01.2003)

Annexe 5.4. 4^{ème} séance (séance en demi classe) (30.01.2003)

Annexe 5.1

1^{ère} Séance de Mme PEX (09.01.2003)

	durée	Déroulement	Explication
	14:32	P : Lucy et son voisin, vous pouvez passer s'il vous plaît, vous venez nous dire ce que vous avez fait sur votre premier exercice, E : Madame P : oui E : ***** P : *****d'accord, mais ce n'est pas très grave dans la mesure où ... on a encore une semaine, je ne suis pas là ... vous surveillerez le tableau d'absence donc j'expliquerai au maths. option. Ooohhh c'est comme ça que vous parlez à la classe ? ce n'est pas à moi que vous parlez, c'est à la classe, allez vous avez donc le tableau à votre disposition, si vous voulez l'ordinateur, il est à votre disposition, si vous voulez papier crayon, vous avez le stylo sur la table allez, on vous écoute, oohhhh en correction vous écoutez, et puis ensuite vous allez dire ce que vous pensez si vous êtes d'accord ou pas d'accord avec ce qu'ils ont fait. Moi je ne surveille pas, ohhh méfiez-vous, je ne surveille pas du tout ce qu'ils font, moi je vous surveille, je vous regarde, soyez sages, donc vous surveillez ce qu'ils font, allez, allez-y	P choisit un groupe (groupe A4) pour la correction de l'exercice 1 au tableau.
	14:33	Guy : exercice 1 : <i>Lara vient de naître. Sa grand-mère dépose 100 E sur un compte bancaire et décide de verser à chacun de ses anniversaires 100 E aux quels elle ajoute le double de l'âge de Lara en euros. Première question est de calculer le montant de chaque versement jusqu'à la majorité de Lara.</i> Eh bien **** P : si le stylo ne fonctionne pas, tu peux avoir d'autre, c'est à la disposition. Lucy, tu as d'autres stylos, donne le lui, ***** un stylo qui fonctionne. Vous avez déjà fait le travail, regardez ce qu'ils sont en train de faire,	Guy lit l'énoncé. Guy écrit au tableau : Exercice 1
	14:34	Ils n'ont pas l'air d'accord hein ? ils n'ont pas l'air d'accord. Alors dit leur, ce qu'ils en pensez, alors reprenez le texte. Mais attends, tu n'es pas obligé d'effacer, c'est pas parce qu'ils disent que c'est pas bon, défends ta proposition ! ils ne sont pas d'accord mais discutez un petit peu.	1- 100- 200- 300- 400
	14:35	Guy : ***** P : alors vous définissez, qu'est-ce que vous avez entendu, pourquoi vous avez mis ça Qu'est-ce que vous avez compris dans le texte ... Guy : *****chaque année *** **** P : ceux qui ne sont pas d'accord, dites leur pourquoi vous n'êtes pas d'accord. E (en classe) : Elle l'a eu à chaque année, elle a le double de son âge à chaque année...	1an 2ans 3ans ... 500- 600- 700- 800
	14:36	E : chaque année ? D'accord P : donc vous avez bien noté les autres ? vous voyez l'interprétation du texte, vous voyez vous, vous n'avez pas interprété le texte, eh alors est-ce que vous êtes d'accord ? E (en classe) : cent plus quatre, le double de son âge E : ah d'accord P : t'as un tampon à côté pour effacer. regardez sur le tableau, c'est magnétique, c'est moderne, voilà Donc le double de son âge, alors qu'est-ce que vous en pensez, ça fait ? regardez bien le texte sous tes yeux, vous êtes deux quand même, il y'en a un bien qui peut lire le texte et l'autre peut écrire !! alors vas-y, relis le texte ***** E : *****	La classe n'est pas d'accord sur ce qu'il a écrit au tableau. Guy fait un geste pour l'effacer. P demande de discuter entre eux avant d'effacer.
	14:37	P : donc 100 euros, donc t'écris 100 auxquels elle ajoute donc a priori on écrit ... 100 donc, 100 plus mais auxquels elle ajoute...non, non tu ne fais pas directement le calcul au cas où tu peux te tromper, t'écris pas le calcul directement, t'écris 100 plus...plus...tu décortiques 2... deux fois son âge...deux fois... quand elle a un an, quand elle a un an, sa grand-mère dépose...tu relis la phrase, sa grand-mère dépose 100 euros auxquels elle ajoute le double donc ça fait plus deux fois.. l'âge de Lara. Donc Lara avait un an donc ça fait 100... ?	Guy note au tableau : 100+ 200 il écrit cette fois : 2 x 1
	14:38	E : plus deux, 300 ? P : son âge n'est pas 100 ans quand même E : ah plus deux fois un, P : voilà E : je mets entre parenthèses ? P : non, ça fait ? E : ça fait 100 ... 2 P : ça fait 102, vous êtes d'accord là ? vous avez trouvé ça ? hein est-ce que c'est ça ? E (en classe) : je ne suis pas d'accord là P : pourquoi ? E(en classe) : sa grand- mère a déjà déposé 100 euros, elle a déjà 100 euros, ***** elle a 202 E (en classe) : en fait, il y a une année zéro P : attendez, lisez la question, lisez la question E : <i>calculer le montant de chaque versement jusqu'à la majorité de Lara</i> P : bon, alors montant.. de chaque.. versement.., qu'est-ce que vous êtes en train de me dire vous ? E(en classe) : ... la somme.. ah d'accord P : vous faites bien attention ça!! Bon alors, aux deux ans, allez, continuez. E : aux deux ans *****	100+2x1=102
	14:39	P : non, chaque versement, il demande chaque versement, vas-y ... ah t'es allée très vite, elle écrit 100 multipliant devant donc mettez ***** le professeur c'est pas évident il faut se mettre par côté pour que ses camarades voient, n'efface pas !! c'est pas parce que tu' as dit quelque chose, et que vous êtes d'accord ? c'est 100 plus 4, elle écrit 100 plus 9, est-ce que vous pensez que c'est ça ? E : *** P : relis la phase, allez, relis la phase E : montant de *** qui est là P : oui, mais relis les phrases, versement.. E : <i>Lara vient de naître. Sa grand-mère dépose 100 E sur un compte bancaire et décide de verser à chacun de ses anniversaires 100 E auxquels elle ajoute le double de l'âge de Lara en euros</i> P : tu vois pourquoi elle s'est trompée, est-ce que vous pouvez avoir une idée ? allez, je vous donne ça et je vous dis qu'elle s'est trompée .. écarterez-vous un petit peu, dites-moi qu'est-ce qui a engendré l'erreur dedans E : c'est le carré P : 4 elle a cru que 4 c'était le carré, au lieu, elle a du écrire 2 fois 2 et peut être ... 2 fois 2, tu vois comment ça engendre vite une erreur, donc il vaut mieux mettre des quantités des calculs, 2 fois un donc là 2 fois 2 au dessus à la place de 4 t'écris 2 fois 2, à place de 4, tu ***** des erreurs, 2 fois 2, ça 2 fois 3 ça fait donc 6,..... bon alors je vous signale que tout le monde attend pourquoi ? Qu'est-ce qu'on a l'heure actuelle ? On fait tous les calculs à la main,	Lucy écrit au tableau : 100 + 4 = 104 100 + 9 = 109
	14:41		Lucy l'efface. 100 + 2 x 2 = 104 100 + 2 x 3 = 106 100 + 2 x 4 = 108

		<p>est-ce qu'on a un moyen plus moderne pour faire ça ? On a un moyen plus moderne pour faire ça, vous faites à la main ?</p> <p>E : Outil informatique</p> <p>P : c'est à dire ?</p> <p>E : le tableur</p> <p>P : le tableur, alors allez-y</p> <p>E : ***</p> <p>P : allez-y eh oui, c'est comme ça qu'on fait là, allez-y</p> <p>...</p>	
14 :42		<p>P : ça voudrait mieux que tu t'assoies parce que tu vois si tu te mis là,... d'accord., toi aussi tu peux t'asseoir à côté,... tu vas être mal placé, parce que tu vas être mal placé pour parler avec lui et pour regarder au tableau, ça va ? D'accord. Allez donc on y va... Emmanuelle laisse le travailler tout seul, il sait faire, il n'y a pas pensé à utiliser mais si non il peut s'en sortir. Alors qu'est que vous mettez là ?</p> <p>E : ****</p>	<p>Guy et Lucy s'installent à coté du poste qui est relié au vidéo projecteur.</p>
14 :43		<p>P : allez, vite, vite on ne peut pas passer toute l'heure, allez</p>	<p>Guy manipule l'ordinateur. Il entre chaque terme</p>
14 :45		<p>P : vous voyez là il y a un problème, il faut, il faut présenter **** le tableau parce que c'est un tableur, qu'est-ce que tu dois mettre à chaque colonne, à chaque ligne</p> <p>E : ***</p> <p>P : ah ben, tu fais ce que tu veux, tu fais ce que tu veux, ce n'est pas obligé de mettre,... alors tu décides de mettre là, ..si je te disais,... si t'avais mis 70, qu'est-ce que tu peux préférer quand même t'as appris d'autre chose ? alors vas-y, remonte-moi en haut, 2, ce n'est pas ***** tu tapes 2, 3 attends, tu nous économises un peu de temps, tu ne tapes pas 2, enlève- toi, remets haut 2, là, allez qu'est que tu vas faire ? Remets à la place de 2, vous êtes deux hein ? allez</p> <p>E : ***</p> <p>P : tu peux y aller, elle peut recevoir des cadeaux de sa grand-mère un peu plus long temps encore, peut-être non ?</p> <p>Jusqu'à quel âge ?</p> <p>E : jusqu'à sa majorité</p> <p>P : jusqu'à sa majorité, bon, alors d'accord après, qu'est-ce que tu vas mettre dans la deuxième colonne ?</p> <p>...</p>	<p>P intervient dans ce cas et elle demande d'entrer autrement les termes.</p> <p>Guy revient en A4, il entre « =a3+1 », il l'efface et il met « = » ; il clique sur A3 et il écrit +1 (=A3+1) et il le copie jusqu'au 18 ans.</p> <p>Il entre d'abord « montant en » en B2, après « montant » il clique en B3 et il entre Format, format de cellule, nombre, il surfe sur symbole et il sort de là. Il revient en B3 et il tape la formule « =100+2*A3 », il le copie jusqu'au 18 ans.</p>
14 :46		<p>P ; vous pouvez regarder ce qu'il est en train de faire là et l'aider un petit peu</p> <p>E : ****</p> <p>P : il a tiré donc il a peut-être donné jusqu'à...</p> <p>P : bon, d'accord ?</p> <p>E (en classe) : zéro, zéro ..</p> <p>P : alors donc t'as une proposition c'est de mettre zéro pour qu'il y ait la naissance, pour qu'il y ait 100</p> <p>E : ***</p>	<p>Il entre « naissance » en C2 et 100 en C3.</p>
14 :47		<p>P : je ne sais pas moi, qu'est-ce que vous pourriez mettre ? hein ?</p> <p>E : à la naissance</p> <p>P : la naissance, tu la mets où ? elle veut voir la naissance, où est-ce que tu peux le mettre ? la naissance, alors qu'est-ce que tu mets ?</p> <p>E : ****</p> <p>P : si tu veux le mettre là, il a le droit de mettre là, quand même vous exagérez, bon alors, la naissance, c'est bien la naissance mais qu'est-ce que t'en fais ça ? il a mis la naissance, qu'est-ce que vous voulez voir ?</p> <p>E : *****</p>	<p>Il clique en A3, Insertion, cellules, lignes. Il entre « naissance » en cette nouvelle ligne A3 et il fait la même application en B3 pour entrer 100.</p>
14 :48		<p>P : ou alors, vous voulez la naissance, il faut quand même régler ça, est-ce qu'on peut régler la naissance avant, il faut la mettre où ? est-ce que vous dites hein zéro, non !! vous pourriez mettre la naissance et puis la coté.. voilà, voilà là, c'est bon. Il est bon, oui, il a raison. Allez par contre tu tapes 100, alors là ! par contre. .</p> <p>E : ***</p>	
14 :49		<p>P : en plus j'ai quelque chose à vous dire, tout à l'heure je vous parlerai en STAT, vous verrez que vous êtes bons, parce qu'à mon avis, vous êtes bien placés pour faire des concours à vos STAT que les autres classes donc je vous proposerai de faire un concours à vos STAT, je vous en parlerai plus tard, allez c'est comme ça que vous verrez que vous êtes bons, vous avez dit que vous étiez bons, moi je suis persuadée</p> <p>E : c'est gentil, Madame</p> <p>P : oui, on verra bien que vous êtes bons, allez le 100, vous le remplacez là, je veux voir 100</p> <p>E : pourquoi ?</p> <p>P : eh pourquoi, parce que 100, il est ailleurs, mais non, si je te dis, elle a, notre cette grand-mère, elle a un autre petit-fils, elle emploie la même règle mais elle lui donne 150 euros au départ</p> <p>E : d'accord</p> <p>P : mais alors vas-y, redémarres.</p> <p>E : on change tout ?</p> <p>P : qu'une !! t'as le droit qu'à un changement.</p> <p>....</p>	<p>P pose une autre question en changeant le montant de départ par 150</p>
14 :50		<p>P : bon alors effectivement, il y a quelque chose à changer, donc 100, tu l'as mis. attends qu'est-ce que t'as fait ? là je crois que tu l'as pris à l'envers quand même, on regarde pas le versement d'un an pour trouver le versement de naissance quand même, vas-y, d'accord, t'as mis 100 là, après descends... au dessous... le 100 qui est en haut, c'est lui-là il faut que tu changes, tu vas mettre quoi ?</p> <p>E : ***</p> <p>P : je te demande de remettre en haut, non, non efface ça, remets 150 à la naissance, cent cinquante, .. voilà, pas *** je t'avais donné qu'un droit, ça n'est pas changé, ...</p> <p>P : là c'est bon, le montant à la naissance c'est très bien, tu laisse 150, vas-y tu laisse 150 à la naissance</p> <p>....</p>	<p>P demande de l'effacer. Après quelques essais, il tape la formule suivante avec la référence absolue : « =B\$3+A4*2 », il entre 150 en B3 et le tableur affiche 152 en B4 .</p>
14 :51		<p>P : vous l'aidez parce que **** aidez-le, s'il vous plait, aidez-le</p> <p>E : ***</p> <p>P : tu vas regarder là-bas, bon parfait,... voilà, d'accord. Maintenant il y a un petit problème. Pourquoi ? pourquoi il y a un petit problème ?</p> <p>E : il y a cinquante ans</p> <p>P : pourquoi ? parce que vous pensez qu'il va apprécier, à la première année, il obtient 150 euros, l'année d'après 104 euros, vous pensez qu'il va apprécier ? non ça marche pas... bon alors maintenant, on revient au problème et donc à la naissance elle obtient 100 euros, voilà, vas-y, 100, tu changes ça, t'écris 100, voilà, qu'est-ce qui se passe ? .. d'accord, oui, ça va ? convaincu ? bon alors après, vous répondez aux question qui sont posées, donc le montant donc vous l'avez, ensuite, après, de quel somme pourra disposer Lara le jour de ses dix huit ans ?</p> <p>.....</p>	<p>P fait une remarque sur la colonne de B. Il copie la nouvelle formule jusqu'au 18 ans.</p>
14 :52		<p>P : bon dis que tu veux faire, je pense que tu auras une aide, alors qu'est-ce qu'il va faire ?</p> <p>Il y a plusieurs méthodes en plus pour ce que tu veux faire, alors qu'est-ce que tu veux faire ?</p> <p>Alors qu'est-ce que vous voulez faire ?</p>	<p>P demande de revenir sur le montant de départ de l'exercice 1.</p> <p>Il entre 100 en B3 et le tableur actualise les données.</p> <p>Pour le calcul de somme, il sélectionne la</p>

14 :53	<p>E : ***</p> <p>P : vous voulez tout additionner ? alors vous lui dites qu'est-ce qu'il faut faire là.. pour tout additionner , qu'est-ce qu'il a oublié de faire ?</p> <p>E (en classe) : sigma ?</p> <p>P : non, avant, avant, regardez ce qu'il est en train de faire..</p> <p>E (en classe) : sélectionner</p> <p>P : bon il faut d'abord que tes camarades disent qu'il faut d'abord que tu sélectionnes une case dans laquelle tu vas mettre ta réponse,... sélectionne une case mais si elle est déjà remplie ta case ça va pas, donc sélectionne une case voilà, tu décides que tu vas mettre la somme dedans et après ? alors vous l'indiquez s'il vous plait, après qu'est-ce qu'il faut faire ?... c'est pas celle-là,</p> <p>E(en classe) : e là à coté de f deux ..</p> <p>P : c'est pas celle-là, elle te propose une, si tu n'es pas d'accord, tu cherches une autre..</p>	<p>colonne B, il surfe sur la feuille.... P intervient pour que la classe l'aide</p>
14 :54	<p>... P : voilà, d'accord, tout le monde est d'accord ? oui ? bon vous pouvez enregistrer ça dans votre dossier, alors enregistrez tout , favoris réseau, en bas oui vas-y, maths après , maths, élèves, après tu descends, ... tu donnes un nom à ton classeur ? ...Lara, eh vous enregistrez là que votre premier exercice se trouve dans le dossier Lara, d'accord ? allez donc, jusqu'à la fin de l'année maintenant vous serez que, vous n'aurez jamais dans aucun exercice d'indication mais ****utiliser... vous n'aurez pas d'indication, est-ce qu'il faut utiliser Excel ou pas ? alors là je vous ai donné, je vous ai fait un tableau, bien entendu, il y aucune indication, donc à vous de chercher si ces tableaux sont correspondants aux exercices ou pas, prenez une feuille, s'il y a des absents, prenez des feuilles pour... une feuille pour les absents. Ensuite je vous donne un autre tableau une autre feuille, cette feuille que vous collez dans votre cahier, elle va vous servir de feuille de référence, de feuille de cours : La croissance... vous y êtes, ça y'est ? tout le monde a une feuille ? il m'en reste.. vous faites passer le reste... le reste, le reste vous me faites passer le paquet de reste s'il vous plait, ça y'est vous avez collé votre feuille ? d'accord.... Il n'y a pas d'absents dans votre groupe ?</p>	<p>Il entre C20, il clique sur l'icône de somme automatique, il affiche somme (A21 : B21), il sélectionne la colonne B, la somme devient (B3 :B21)</p> <p>Guy enregistre le travail sur leur dossier.</p>
14 :57	<p>Alors, croissance !! ça'y est, vous pouvez être présente et attentive, ça fait deux choses. Donc vous allez voir, nous allons nous intéresser à deux types de croissances : on va parler de croissance, il s'agit de la croissance... des versements, des montants de versements donnés par la grand-mère, je sais pas.. donc nous allons nous intéresser à deux types de versement : le premier, vous avez cette fiche-là, vous regardez ça, le premier c'est qu'on appelle versement, une croissance linéaire et le deuxième : c'est une croissance exponentielle, donc on va regarder, est-ce que la situation qu'on a là, est-ce que c'est une de deux situations qui sont proposées ou c'est l'autre chose. Alors qu'est-ce que c'est qu'une croissance linéaire, eh bien une croissance linéaire, vous regardez entre le premier versement et le deuxième versement, vous devez avoir le même écart, d'accord. Donc dans le premier il y a deux, dans le deuxième deux, ça va pour l'instant dans le troisième il y a deux donc là aussi, donc là, il y a toujours le même écart donc c'est une croissance.. ?</p>	<p>P distribue la feuille de cours.</p> <p>P fait des explications en montrant la feuille de calcul fait par le groupe A4.</p>
14 :59	<p>E : linéaire</p> <p>P : linéaire, d'accord, bon maintenant, on va regarder dans d'autres exemples et chaque fois on regardera la différence et on regardera si c'est le même écart on dira c'est une croissance linéaire et si par hasard, ce n'est pas le même écart c'est à dire que, on va dire au départ l'écart avec une addition, si ce n'est pas le même écart, on va regarder par hasard si on peut pas passer d'un nombre à l'autre en multipliant par un coefficient, d'accord ? Allez, on va voir, qui c'est qu'on va interroger aujourd'hui ? ***** vous avez l'air actif, allez, vous passez au clavier, est-ce que vous avez travaillé, sur l'ordinateur, vous ou pas ?</p>	<p>P choisit un autre groupe (groupe A3 : Alice, Monique et Benoît) pour l'exercice 2.</p>
15 :00	<p>E : oui, oui ***** l'autre on n'a pas</p> <p>P : eh bien, vous allez le faire en direct sans filet, allez, vous vous placez là bas, vous déplacez, allez, toi aussi t'approches un peu, parce que t'as dit que tu vois pas bien, tu t'approches allez, donc il y a un qui lit le texte et les autres qui se débrouillent, vous fermez celui-là, allez, il y a un qui , il y a un ... qu'est-ce qui te manque ?</p> <p>E :*****</p> <p>P : c'est ça ?</p> <p>E : oui, merci</p> <p>P : c'est à toi, allez donc on vous écoute, il y a un qui lit, l'autre qui est en clavier et les autres regardent.. vous lisez le texte. Tu le fermes, tu vas sortir votre fiche ?</p>	<p>Alice manipule l'ordinateur. Il y a un problème technique pour se connecter au réseau.</p>
15 :02	<p>E : non , on a déjà travaillé, on a déjà commencé la moitié ****</p> <p>P : bon, alors vas-y, on verra</p> <p>.....</p> <p>E : le réseau n'est pas disponible ?</p> <p>....</p> <p>P : c'est maths, tu recommences, Non c'était maths, c'est pas élève, c'est maths, fais tous les réseaux alors, tu recommences, tu le refermes, tu la mets ouvrir, on recommence, peut-être il y a une perturbation, ouvrir, oui dans maths, tout réseau.. tu peux pas, bon désolé, on est obligé de faire tout à la main, mais si , ça a l'air de passer, allez vas-y, en haut, en bas, c'est inquiétant, les problèmes techniques !!! Bon on attend, regardez ce *** en attendant peut-être, on peut parler, essayez de lire le texte</p>	<p>Pour 'occuper' le temps, Mme PEX propose de lire le texte et elle avance sur l'explication mathématique de l'exercice</p>
15 :04	<p>E : Une personne A place un capital de 5 000 E à « intérêts simples » au taux annuel de 5%. Cela signifie que chaque année on ajoute à son capital un intérêt égal à 5 % de la somme déposé initialement. Calculer la somme obtenue au bout de 20 ans.</p> <p>En théorie ...</p> <p>P : vous savez qu'est-ce que c'est intérêts simples ?</p> <p>E : comment ?</p> <p>P : vous savez qu'est-ce que c'est intérêts simples ? intérêts simples ? ça veut dire qu'elle place son argent, elle prend 5% ramasse son argent, elle relaisse au capital à nouveau chaque année, elle ***5% D'accord, tandis que intérêts composés, on calcule à chaque année avec l'intérêt capitalisé. Ça passe pas ?</p> <p>....</p> <p>P : bon voilà, essayez de faire annuler, annuler, puis on va faire en direct.</p> <p>E : ***</p> <p>P : non, non, tu fais nouveau, nouveau, tu peux, peut-être, essayer de fermer celui-là, peut-être, c'est ça qui perturbe., essayez de fermer, de fermer celui-là, ferme ce dossier, peut-être ça qui perturbe, il faut fermer, d'abord fermer haut, fermer avec la petite flèche, voilà, maintenant nouveau, ou essaye d'ouvrir pour voir si c'était ... voilà, favoris réseau, maths.. non apparemment il y a un problème, il ne veut pas, bon *** tout à l'heure. Annuler, fais nouveau, vas-y, tu fais O.K., bon, allez, vous y'êtes, vous regardez s'il vous plait, allez vite il faudrait corriger tous les exercices</p> <p>.....</p> <p>P : alors, attends ça le pour cent tu les mets..</p> <p>E : *** la valeur absolue ?</p> <p>P : comme tu veux, d'accord</p> <p>....</p> <p>P :Emmanuel, est-ce que tu peux regarder s'il te plait, essaye de mettre 5... alors après qu'est-ce que tu fais ? qu'est-</p>	<p>Mme PEX demande à Alice de réaliser les calculs dans une nouvelle feuille de calcul.</p> <p>Alice entre en A3 « années », en A4 « 1 » et elle copie vers le bas. Elle efface « années » et elle le met en A2 et « 0 » en A3. Elle tape 5000 en B3, 5 en C2.</p> <p>Il y a une conversation sur la valeur absolue. En fait, il s'agit de la référence absolue. il y a une confusion chez l'élève entre une notion maths vue en Seconde et la notion 'tableur' de référence absolue (appelée</p>

		<p>ce que tu cherches là ? E : la cellule absolue.. P : alors la cellule absolue, elle se met quand ? quand est-ce que la cellule absolue se met ? alors vas-y expliques à lui, est-ce que les cellules absolues comme ça ou c'est quoi ? E (en classe): non P : elle est absolue quand ? E(en classe) : quand... P : dans une ? E (en classe): dans une formule P : dans une formule !! une cellule absolue est dans une formule, ce n'est pas tout seul d'accord, où est-ce que tu veux t'en servir ? E : *** P : oui, vas-y, fais la, ta formule, où est-ce que tu veux la mettre, ta formule ? alors vas-y, regarde parce que peut-être, j'ai l'impression qu'elle n'est pas autant à l'aise apparemment elle a besoin de *** P : Emmanuel, je pense que je vais être obligé de te faire sortir !!! P : je ne regarde pas du tout l'écran, je vous regarde vous, c'est vous qui regardez l'écran, c'est vous qui critiquez ce qu'elle fait, ce qu'elles font !!! E (en classe): pour le moment tout va bien P : pour le moment tout va bien, vous êtes d'accord ? P : est-ce que vous pouvez dire ce que vous êtes en train de faire, parce que là ; on ne comprend pas trop ce que vous êtes en train de faire... c'est filmé !! E : c'est filmé P : c'est bon, vous êtes d'accord ? E : ** P : alors, intérêts composés, alors vas-y E : donc je *** le tableau à côté ? P : pas au tableau à côté mais une colonne E : juste une colonne ? . P : tu peux mettre autre.. E : je peux mettre ** là, et après **** P : le cinq, tu peux le mettre dans l'autre colonne si tu te gêne E : non, je me gêne pas j'ai deux là, c'est bon P : bon, alors vas-y P : est-ce ce que vous pouvez suivre, il est possible qu'il y ait des erreurs je ne les regarde pas, vous ne demandez pas à moi, moi je vous regarde !! je vous surveille donc je ne peux pas tout faire.. P : alors on avance,.. annuler, faire annule, voilà ... est-ce que tu peux nous expliquer d'où vient ça, ce mille cents ? E : c'est 5000 plus 2 % de 5000 P : eh pour deux pour cent cinq mille, tu as calculé où ? E : ***** P : vous êtes d'accord ? Allez-y, nous continuons si vous êtes d'accord ? E (en classe) : je ne suis pas d'accord P : alors vas-y, tu n'es pas d'accord E : (en classe) : deux pourcent, le montant d'avant, le montant précédent **** P : vous avez des économies, vous les placez dans une banque, c'est comme ça que vous les placez dans une banque ? E (en classe) oui P : oui ? vous n'allez pas vous enrichir terriblement P : elle a mis multiplier ****(la famille plus) **** ... attends les deux, lui il t'a dit que tu es dans une cellule, vas-y E : ***** P : vous êtes tous d'accord avec ça ? .. et alors qu'est-ce qui se passe là ? montrez nous la deuxième cellule là, cinq mille deux cents deux, qu'est-ce qui se passe là ? et alors qu'est-ce que c'est ? E : ***** P : n'oubliez pas que ce sont des euros, alors quand même, vous les mettez en euros parce que là je vois de truc qui ne sont pas des euros, alors arrangez- vous pour mettre en euros là : sélectionnez les deux colonnes, sélectionnez deux colonnes allez, mettez en euros quand même, .. dans.... P : voilà, l'euro est là, ça ce n'est pas euro français, voilà, alors qu'est-ce qui se passe ? par rapport au cas précédent tout à l'heure ? E : *** P : il y a des valeurs approchées, on arrondit au centième, d'accord, bon alors est-ce qu'on peut répondre maintenant avec ce tableau ? est-ce que vous pouvez répondre ? est-ce que vous êtes d'accord avec ce tableau ? je vous préviens, je ne regarde pas du tout le calcul !! je vous regarde c'est tout, vous êtes quinze donc vous êtes capables de vérifier ça !! Alors <i>calculer la somme obtenue au bout de vingt ans</i>, alors est-ce que vous pouvez.. E : ***** P : d'abord, dans la feuille que je vous ai donnée ,est-ce que dans la feuille que je vous ai donnée, est-ce qu'il y a quelque chose de semblable ? .. alors regardez la feuille que je vous ai donnée , d'abord ce n'est pas en euros, d'accord, c'est vous qui transposez et puis ensuite quelle est la formule qui est plus avantageuse ? <i>au bout de vingt ans</i>, alors sélectionnez vingt ans, voilà, c'est la dernière donc au bout de vingt ans c'est ... E : la première P : la première formule qui est plus avantageuse, ensuite, tout le monde est d'accord ? ensuite <i>calculer la somme obtenue au bout de vingt ans</i>.. vous êtes d'accord ? ..est-ce que vous êtes d'accord avec ça ?!! ensuite qu'est-ce qui se passe ?... <i>discuter la formule plus avantageuse</i> est-ce que vous pensez que c'est définitif ? E : c'est seulement au bout de quatre vingt trois ans.. P : mais avec le tableur il y a aucun problème pour aller voir, alors allez-y... mais qu'est-ce qu'elle fait ? qu'est-ce qu'il suffit de faire ? ... non, attends si tu veux recopier les trois... mais ***c'est pas grave, laisse tomber, voilà, deux cents alors deux cents neuf ans, elle a l'intérêt d'avoir des héritiers, alors ensuite là, après là, tu sais que tu peux prendre plusieurs en même temps !! mais non, ça marche pas ça, tu sélectionnes les deux, voilà, vas-y, .. oui, c'est pour quelle raison, il y a rien à gauche ? vas-y, vas-y regarde encore, ça marche pas encore c'est encore plus faible à droite, encore .. hooppp, monte encore </p>	<p>ensuite cellule absolue)</p> <p>Elle met « = » en B4, elle entre la formule « = C2*B3/100 » en D3. elle entre la formule « = B3+\$D\$3 » en B4 et elle la copie vers le bas.</p> <p>Elle entre 5000 en C3, 2 en E2 et la formule « = E2*C3/100 » en F3 et « = C3+\$F\$3 » en C4 et elle copie la dernière formule vers le bas.</p> <p>Elle efface la colonne C, et elle entre la nouvelle formule proposée par la classe : « = C3+\$E\$2*C3/100 » en C4 et elle la copie vers le bas.</p> <p>Elle sélectionne les colonnes B et C et elle clique à droite de souris, « format de cellule », « monétaire » « symbole » et « euro »</p> <p>Elle copie la colonne A vers le bas. Elle sélectionne les colonnes B et C et elle les copie aussi vers le bas.</p>
--	--	--	---

15 :16	<p>P : alors est-ce que vous pensez que c'est ça ? donc ça change, donc il faut se méfier donc ça dépend combien de temps vous voulez laisser votre capital à placer . Alors maintenant, question entre question : dans les deux, maintenant on va reposer la question on a renoncé au débout : est-ce qu'il s'agit ... pour les deux il s'agit des croissances. Je vous pose des questions !! donc à priori, vous me répondez et dans un premier temps vous m'écoutez. Est-ce que les deux versements, les deux types de versements est-ce qu'ils correspondent à des croissances linaires et à des croissances exponentielles ou à rien du tout ?</p> <p>E : ****</p> <p>P : alors la premier ? la premier c'est ?</p> <p>E : linaire !!</p> <p>P : c'est linaire et la deuxième ?</p> <p>E : exponentielle</p> <p>P : alors pourquoi ?</p> <p>E : ***</p>	
15 :17	<p>P : alors comment vous allez savoir si c'est multiplié par le même nombre ? comment vous pouvez savoir si c'est multiplié par le même nombre ? alors regardez, comment pouvez vous savoir votre question, la question se pose pour la deuxième : est-ce que la deuxième est une croissance exponentielle ?</p> <p>E : *****</p> <p>P : je prends huit, seize, trente-deux, c'est nombre-là, regardez s'il vous plait, c'est nombre-là quand je prends le premier, qu'est-ce que je fais pour obtenir le deuxième ? je le multiplie par deux, quand j'ai le deuxième ; je le multiplie par deux, maintenant je vous donne la série, comment pouvez-vous trouver avec le tableur</p> <p>E : ****</p>	P note au tableau : 8 16 32
15 :18	<p>P : essayez, est-ce que le tableur peut le faire ? est-ce que avec le tableur, vous pouvez faire cette opération ? est-ce que le tableur peut répondre à votre question ? mais il faudrait d'abord que vous vous la posiez cette question ! Ah !! les élèves qui sont interrogés !!!</p> <p>E : le tableur, oui</p> <p>P : vous avez peut-être plus de chances que moi si vous leur parlez !! ça y'est, je suis en train de vous parler ? donc je vous demande comment avec le tableur vous pourriez essayer de répondre à la question que je vous pose ? c'est à dire est-ce qu'on passe du premier capital au deuxième en multipliant par quelque chose, est-ce qu'avec le tableur on pourrait le voir ? on essaye de voir ****</p> <p>E : le tableur peut faire beaucoup de chose donc ça va être possible</p>	
15 :19	<p>P : oui le tableur peut faire beaucoup de choses donc ça va être possible donc ça reste à trouver comment !!!</p> <p>E : oui</p> <p>P : regarde, prends un exemple simple, t'as huit, seize, trente-deux, quand tu as huit, quand tu as seize quand tu prends deux, comment tu vas faire avec le tableur pour faire apparaître le deux</p> <p>E : *****</p> <p>....</p> <p>P : alors qu'est-ce qu'elle a fait ? qu'est-ce que vous avez fait ? **** alors après, alors</p> <p>E : ***</p>	Monique entre la formule « C4/C3 » en D4 et elle le recopie vers le bas.
15 :20	<p>P : dis nous, ce que t'as fait, parce que là pendant que, alors qu'est-ce que vous avez fait ?</p> <p>E : ****</p> <p>P : tu les mets dans une cellule, dans une colonne pour qu'on voie</p> <p>E : c'est marqué Madame en haut</p> <p>P : oui, c'est marqué pour le premier, après dans l'autre, dessous, en sous là, qu'est-ce qu'elle a fait ? elle a divisé</p> <p>*****</p> <p>E : ***</p> <p>P : d'accord et vous avez trouvé ?</p> <p>E : 1,02</p> <p>P : vous l'avez noté ça ? que c'est-t-il le coefficient ? ..multiplicatif ; donc qu'est-ce qu'on peut dire. Qu'on a à faire ?... oui c'est un peu lourd..La réponse c'est ?... et la réponse à la question que je vous ai posée , est- ce que vous avez à faire à une croissance linaire , vous m'avez dit : non, est-ce que vous avez à faire à une croissance exponentielle, vous m'avez dit : oui mais je voudrais bien pourquoi ?</p> <p>E : parce que c'est toujours le même coefficient multiplicateur</p> <p>P : et qui est ?</p> <p>E : un virgule zéro deux</p> <p>P : bon maintenant un virgule zéro deux, est-ce que on peut le lier aux donnés ? ...est-ce qu'on peut trouver tout de suite ce nombre-là ? quels sont les donnés de cette série ? donnez - moi des donnés de cette série</p> <p>E : ****</p> <p>P : donc c'est ... ?</p>	
15 :21	<p>E : zéro deux c'est deux pour cent ****</p> <p>P : regardez la formule qui était écrite au dessus, regardez la formule qui était écrite dans la colonne de gauche, mettez vous à cinq mille cent... bon remettez là dans la colonne tout à fait en haut, cinq mille cent par exemple, cinq mille cent , non cinq mille cent, alors cinq mille cent vous me dites est-ce que vous avez mis dans la cellule cinq mille cent ? qu'est-ce que vous avez mis dans la cellule de cinq mille cent ? je ne peux pas dire moi donc ..</p> <p>E : C trois plus E deux valeurs absolues ... c trois sur cent</p> <p>P : on fait un peu de maths. on fait un peu de maths, on met, ça, ça va être C quatre, non ? C quatre ?</p>	
15 :22	<p>E : C quatre</p> <p>P : d'accord, donc je fais un peu de maths, c'est à dire que là c'est le langage de machine, d'accord, donc je veux dire par exemple : V versement et le versement précédent, on peut l'appeler comment ?</p> <p>E : X</p> <p>P : X si vous voulez, alors V égal X plus ..là qu'est-ce que je peux dire à la place de trois ? je ne peux pas mettre E deux cellule absolue c'est le langage de.. je mets quoi ?</p> <p>E : c'est deux</p> <p>P : deux.. fois..</p> <p>E : X</p> <p>P : X divisé ..</p> <p>E : par cent</p>	
15 :23	<p>P : divisé par cent donc là c'est.. ? bon alors je fais des maths !! je peux mettre..X en facteur, pourquoi ? parce que là je peux dire que cette fois je mets X facteur de A plus deux sur cent et ça fait X facteur de</p> <p>E : une virgule zéro deux</p> <p>P : une virgule zéro deux, deux sur cent d'accord, vous pouvez noter Donc ce que vous pouvez faire comme vous faites agir une cellule comme ça , alors vous m'avez dit X, mais vous pouvez mettre n'importe quelle lettre à condition de travailler avec cette lettre mais dans une copie sauf, sauf, s'il se demande de façon précise, sauf si vous parlez dans le texte d'une cellule quelque chose comme ça, vous n'avez pas le droit dans un devoir des maths à utiliser ça, sauf si le texte précise en disant qu'elle formule entrez-vous dans la cellule, d'accord ? tout le monde voit pourquoi ? c'est une virgule zéro, ça vous surprend ? non on l'a déjà vu ça, d'accord .. Allez , on passe à l'exercice trois, allez ; Marianne et .. allez,</p>	<p>P passe au tableau et elle écrit la formule</p> $C4 = C3 + \$E2\$ \times C3 / 100$ $V = X + \frac{2 \times X}{100} =$

	<p>E : ça va sonner P : ça va sonner ? allez elles se dépêchent avant que ça sonne, vous l'avez déjà fait sur votre tableau ? E : oui P : oui , allez vite on va espérer, on croise les doigts, on espère que le réseau fonctionne ... P : pardon ? E : ça a déjà sonné 15 :25 P :ça a déjà sonné, bon alors vous essayez de reprendre ça, de regarder, vous regardez si le tableau donné à côté correspond à quelques choses, c'est pas dit, il peut y avoir des erreurs donc vous regardez, regardez s'il correspond à une réponse d'exercices ou pas, ou si c'est autre chose et si c'est autre chose on va en discuter la prochaine fois E : vous avez dit que vous aviez quelque chose à dire P : pour à vos STAT, oui. à vos STAT, j'ai quelque chose à vous dire, il s'agit de faire une affiche, mais je parlerai à tout le monde, je parlerai en option à tout l'heure, je pense que vous êtes très bien placés pour faire une affiche statistique, parce que vous, vous travaillez la statistique en plus, vous avez appris à commenter donc je pense que vous pourriez faire quelque chose d'assez intéressant même très intéressant donc même je pense que vous êtes mieux placés donc carrément vous, j'ai envie que vous vous engagiez dedans. Les autres classes, je leur donne le choix mais vous, je pense que vous êtes très bien placés. Je pense que c'est un challenge de niveau de lycée pour monter que vous êtes quand même meilleurs en STAT</p> <p>.....Fin de la séance</p>	$X \left(1 + \frac{2}{100} \right) = X (1 , 02)$
--	---	---

Annexe 5.2

2^{ème} séance de Mme PEX (23.01.2003)

	Durée	Déroulement	Explication
	14:30	<p>P : bon moi, j'ai donné du travail donc je dois penser comme on va les corriger aujourd'hui...donc le tableau, vous le recopiez pour pouvoir travailler là-dessous...</p> <p>E : bonjour P : bonjour</p> <p>P : ça y est, vous avez commencé à chercher l'exercice ? (elle remplit la feuille de présence en appelant les élèves par leurs noms) Vous commencez d'abord par copier le tableau puisqu'il va falloir travailler là-dessous, allez, dépêchez-vous... j'avais prévu de donner ce travail à votre professeur de français mais elle n'a pas regardé, vous ne l'avez pas vu hier ?</p> <p>Brouhaha</p> <p>P : elle n'a pas regardé son cassier...allez...allez quand vous allez terminer la première question, on corrige, le premier tableau, allez...c'est sûr que si vous avez un livre pour quatre, normalement le lycée vous a donné un livre pour chacun un, j'ai choisi le livre suffisamment léger pour qu'il se peut apporter à tous les cours des maths, je ne peux pas prendre plus léger que celui-là !! ... je crois que je l'ai, je crois que j'ai recopié les donnés dans un...</p> <p>....</p> <p>P : j'ai recopié les donnés là donc ceux qui n'ont pas de livre, vous les avez, ceux qui n'ont pas de livre, vous avez le tableau là...</p>	
	14:32	<p>P : allez, dépêchez-vous !!! j'ai recopié les donnés, vous vérifiez pour assurer si je me suis pas trompée, ceux qui ont le livre, vérifiez... Alors quelle est la question posée ? ... par contre il faut quand même que quelqu'un nous lise la question posée, quelle est la question posée ?</p> <p>E : (l'élève commence à lire)</p> <p>P : attend, Barbara, tu peux parler plus forte s'il te plait</p> <p>Barbara : ...indiquer en justifiant si la croissance constatée sur cette table est linéaire, exponentielle, ou ni l'un ni l'autre.</p>	
	14:35	<p>P : alors comment allez vous vous y prendre pour voir ça, ...pouvoir cette question ?</p> <p>E : ***</p> <p>P : d'abord quand tu regardes le coefficient multiplicateur, ... d'abord on fait la différence, bon, laquelle ?</p> <p>E : ****</p> <p>P : voilà, c'est très bien, ...et là ? quand vous faites quelque chose, ce que vous attendez avoir quelque chose alors, tu fais la différence parce que ?</p> <p>E : parce que*****</p> <p>P : attends ; attends, regarde les questions posées, les questions posées, ça n'est pas ça tout à fait, qu'est-ce que c'est la question posée ? quelle est la question posée ?</p> <p>E : ****</p>	
	14:36	<p>P : donc tu commences d'abord par faire la différence pour savoir si... ? la différence est... ?</p> <p>E : la même</p> <p>P : la différence est la même, alors vas-y, fais la différence, donc c'est plus simple quand vous avez un tableau, c'est plus simple de faire à côté...</p> <p>...</p> <p>P : alors qu'est que vous en pensez, vous avez fait la différence ? alors la première question est un linéaire ? qu'est que vous en pensez ?</p> <p>E : non</p> <p>P : pourquoi ?</p> <p>E : ***</p>	<p>P avance vers l'ordinateur lié au vidéo projecteur</p> <p>Elle a déjà entré les tableaux donnés dans le manuel sur le tableur, elle fait les projeter sur le mur.</p>

		<p>P : la différence n'est pas la même, moi je veux bien mais au moins une preuve E : *** P : d'accord donc la différence n'est pas la même donc on est sûr qu'on peut pas faire une croissance... ? E : linéaire P : linéaire, bon après ? ... E : *** P : comment on fait d'abord ? ... P : regardez la définition... *****...alors ça aussi ; regardez la définition... E : si la variation relative entre deux mesures consécutives reste constante dans le temps P : la variation relative, qu'est-ce que c'est une variation relative ? E : entre deux mesures consécutives la grandeur G est multipliée par un même nombre. P : voilà, et ça fait faire ? ... E : je ne sais pas ça est multipliée par un demi P : alors essaye pour voir si c'est vrai qu'il est multipliée par un demi, alors essayez... comment vous faites ? E : **** ... P : alors combien t'as trouvé ?</p>	
14:37			
14:39		<p>P : je ne sais pas si tout le monde t'écoute, je pense que les autres ne t'écoutent pas. Alors est-ce qu'on peut faire pour que tout le monde le voit ? qu'est-ce qu'on peut faire ... qu'est qu'on peut faire pour que tout le monde suive, apparemment tout le monde ne suit pas là...alors qu'est-ce qu'on peut faire ? soit tout le monde note en même temps soit Alors ? qu'est-ce que vous allez faire ?!! attendez, vous allez passer un BAC !! je vais vous interroger, je pense que le mercredi prochaine, je crois c'est ça, j'ai prévu ce mercredi prochaine ? E : non, c'est le mercredi d'après P : le mercredi d'après, alors, il faudrait bien trop point sur la croissance, qu'est-ce que vous allez faire ? on va faire une heure et demi, le type de BAC, alors comment tu vas faire ? qu'est-ce que tu vas faire quand je posera cette question ? c'est évident que je vous interrogerai sur la croissance, ce n'est pas... qu'est-ce que vous allez faire, vous allez bien essayer de faire quelque chose ? Allez, je vous écoute... elles ont répondu devant moi, mais moi je voudrais que tout le monde réponde, alors qu'est-ce que vous feriez ?... vous avez un tableau là, alors je vous pose la question, qu'est-ce que vous feriez ? E : *** P : alors comment tu fais ? explique-moi ... alors tu ne sais plus comment il faut faire, tu essayes, tu bricoles avec ta machine alors vas-y, tu ne sais plus comment il faut faire, il faut que tu trouves un coefficient multiplicateur, qu'est-ce que ça veut dire ? il faut que tu trouves un coefficient multiplicateur qui passe de combien à combien, ...de 50 à 30 c'est ça ? c'est ça, alors tu tapes 50 sur ta machine, vas-y, tu tapes 50 sur ta machine et tu vas multiplier par quelque chose, alors tu multiplies par combien ? vas-y, essaye, vous essayez, alors 50 multiplié par combien ? tu multiplies par combien ? vous n'avez pas de machine... alors si vous n'avez pas de machine, vous faites à la main! alors allez-y, vous faites l'opération, qu'est-ce que vous me dites ? alors comment fait-on pour trouver un coefficient multiplicatif qui te permet de passer de 50 à 30 ? alors tu vas essayer de multiplier par combien, quand tu multiplies à la main ?! tu multiplies par combien, plus facile ? Ne cherche pas la réponse, cherche pour voir si tu es dans la bonne chose « chaud-froid » alors dis moi, t'as multiplié par quel nombre ? E : 1,5 P : par 1,5, et les autres ? par 1,5, t'as trouvé combien ? ... 50 plus, la moitié de 50, ça va faire... 75.. donc t'as trouvé un nombre plus grand, donc ce n'est pas ça, essaye, essaye l'autre chose et les autres, vous essayez de quoi ? E : 0,6 P : alors 0,6, pourquoi t'essaie 0,6 ? parce que tu vas trouver un nombre... ? E : plus petit P : plus petit donc tu vas essayer de multiplier par un nombre.. ? plus petit que... ? E : qu'un P : qu'un, bon alors essaye 0,6...0,6 t'as dit pourquoi ? E : si ça tombe pile P : si ça tombe pile, bon alors maintenant que ça tombe pile, comment elle a fait pour trouver 0,6 ? E : elle a pris 30 divisé par 50 P : elle a pris 30 divisé par 50, parfait. est-ce que tu comprends comment on trouve une méthode ? tu prends du nombre et t'essayes et si ça marche tu dis bon maintenant je l'ai fais au hasard, est-ce que je ne peux pas trouver une méthode pour y arriver ?... d'accord, tu as noté ça ? t'as essayé 1,5 tu as vu que c'était trop gros, tu as essayé un peu plus petit, mais pour ça il faut avoir une machine à calculer pour s'en sortir, avec une machine à calculer, on peut faire des essais, on peut trouver certains nombres de choses en faisant du calcul à la main c'est plus difficile, tu comprends Muriel ? (Muriel : oui) bon alors vous trouvez pas le coefficient multiplicateur, vous avez essayé, vous avez vu comment elle fait, elle cherche le coefficient multiplicateur, elle n'a pas trouvé, multiplié par 1,5 ...1,5 ça fait 75, donc ça n'est pas ça, donc on s'aperçoit qu'un nombre est plus petit qu'un, on essaye 0,5 si vous allez multiplié par 0,5 vous allez trouver combien ? 25 donc vous l'approchez d'accord si vous multipliez 50 par 0,5 vous trouvez 25, vous êtes encore un peu plus près, 0,5 si ce n'est pas assez fort, multiplié par 0,... ? 6, sans rien savoir, qu'en faisant chaud et froid on y arrive ! bon ****(je vous renseigne, vous ne faites pas ça)***dans un devoir des maths, maintenant il faut trouver pour quelle raison ça marche !! alors 0,6 ça marche, alors maintenant pour quelle raison 0,6, ça marche ? 50 fois 0,6 égal 30 ; je connais 50, je connais 50, est-ce que je peux trouver 0,6 ? E : ** P : par définition de division, 0,6 égal 30 sur 50, vous l'avez noté ça ? comment je le trouve... bon **** bricoler sur sa machine si vous avez la machine à calculer, c'est du bricolage, non, c'est de l'exploration, tout le monde suit ? oui quand vous trouvez un coefficient multiplicateur, vous regardez qu'ils sont bien le coefficient multiplicateur, c'est à dire vous vérifiez, si vous avez une machine à calculer, pour faire tout ça, alors ici (en regardant le tableau projeté sur le mur) donc le premier, ça serait 0,6 après ? E : 0,6 P : pour l'autre aussi c'est 0,6 ? E : **** P : bon alors, est-ce qu'on peut le faire faire directement là, à la machine ? est-ce qu'on peut le faire faire directement, vous n'avez pas la machine à calculer, est-ce qu'on peut le faire faire directement au tableau ? ... tu peux le faire faire au tableau, s'il te plaît ? P : alors, d'abord la différence, allez-y, d'abord, regardez, est-ce que c'est linéaire ? d'abord, tu fais faire la</p>	<p>P se dirige vers une élève</p>
14:41			<p>P écrit au tableau : 50 → 30</p>
14:43			<p>P passe au tableau : $\begin{array}{r} 50 \quad \rightarrow \quad 30 \\ \times 1,5 \\ \hline 75 \end{array}$ $\begin{array}{r} 50 \quad \rightarrow \quad 25 \\ \times 0,5 \\ \hline 25 \end{array}$ $\begin{array}{r} \times 0,6 \\ 50 \times 0,6 = 30 \\ 0,6 = \frac{30}{50} \end{array}$ </p>
14:45			<p>P demande à Monique qui est assise plus proche au poste, de manipuler l'ordinateur</p>

	<p>14:46</p> <p>14:47</p> <p>14:48</p> <p>14:50</p> <p>14:54</p> <p>14:56</p> <p>14:57</p>	<p>différence, oui, tu peux le mettre là, par exemple, allez-y, qu'est-ce que tu peux en dire ? Monique : *** P : non d'abord Monique : c'est ça ? P : oui ; moins, voilà.... Bon alors est-ce que c'est linéaire ? est-ce que la croissance est linéaire ? E : non P : alors, maintenant, vas-y, fais-la autre formule, E : *** P : ne donnez pas, alors c'est à dire qu'on ne la passe pas...de nombre à l'autre en multipliant par le même coefficient multiplicateur, attention, il faut regarder... si vous allez bien...c'est bien 1988, 89, c'est bien régulière ... d'accord ? ensuite pour l'autre... E : **** P : attend, tout le monde va chercher d'abord. Allez, vous cherchez d'abord. ...Qu'est-ce que vous pouvez chercher ? P : qu'est-ce que tu bricoles ? ... P : allez, vous avez fait pour le deuxième ? P : alors, qu'est-ce que vous en pensez ? Lucy, qu'est-ce que t'en penses ? .. P : tu l'as fait ? Lucy : oui... P : alors, qu'est-ce que t'as trouvé ? Lucy : **** P : alors, les autres qu'est-ce que vous en pensez ? la différence, on a la même ou pas ? ... P : on laisse quand même un petit test pour le faire quand même à la main et après on va regarder avec la machine. Vous avez tous quand même une machine à calculer, Et là elle est chez toi avec le livre E : non P : *** c'est où ? c'est où est **** où est le livre, où est la calculatrice ? P : ça y'est ? allez, on va essayer pour voir, vas-y, vous lui dites si elle se trompe, regardez, moi je ne regarde pas, c'est vous qui contrôlez ce qu'elle fait... Olivier, tu regardes si c'est, ce qu'elle fait, tu penses que c'est comme ça que t'as fait... E : *** .. P : alors après ? P : je pense quand même, regardez-là, mettez 18 à la place de 8..., 18 à la place de 8, là... je pense qu'il y a une petite erreur de frappe... marquez 18, marquez autre réponse, autre réponse, marquez 18, je pense que... je pense qu'il est possible que lors de l'impression, il y a eu cette ... parce que c'est un petit 1 c'est vite fait oublier ça... dans ce cas-là, ça sera une croissance ? E : ..linéaire... P : une croissance ? E : linéaire... non exponentielle !! P : exponentielle tandis qu'avec 8, tu remets 8, regardez, mais dans un devoir vous faites attention, vous pouvez pas ça, là vous voyez, c'est qu'un, je pense que ça c'est possible qu'il y ait eu petite ... oui tu remets 18 là, voilà, vous voyez, d'accord...dans un devoir vous permettez pas ce genre de chose, ici on a permis, on est ensemble que c'est intéressant de voir qu'est-ce qui se passe avec le 18, ensuite, pour l'autre,...tu fais à la main.. ça y est, tu as fini ? P : alors, qu'est-ce que vous remarquez ? on agit parce que là plus vite fait quand même, vas-y, P : là c'est une croissance ?... linéaire, comme vous n'aviez pas préparé pour aujourd'hui, vous vous entraînez chez vous, vous ferez là ; celui là, deux, et on va regarder quatre, je pense que vous y arriverez, comme ça ce sera plus vite, vous vous entraînez chez vous, vous regarderez le deux, vous ferez attention simplement ce que les variations, vous avez 1800, 1900, 1950, faites attention, ... vous voulez qu'on fasse ça ? allez, on va faire le, on fait le premier de deux, allez, ... tu veux les rentrer, vas-y... P : tu peux le faire, premier calcul, allez, vas-y, E : ** P : alors, justement, qu'est-ce qu'on va voir ? E : ****entre chaque année P : voilà, alors fais déjà la différence, on va voir après, oui déjà fais la différence, après on va voir, comment on règle ça... ... P : alors le problème ce que...alors quel est le problème là ? on a bien fait la différence entre les deux mais... ? E : les intervalles ne sont pas réguliers P : les intervalles ne sont pas réguliers, regardez dans votre livre la définition, il faut tenir compte quoi là ? tout à l'heure, vous avez de 1 au 1, ... d'un an au un an et vous ajoutiez plus 3 par exemple, plus 3, plus 3, plus 3, maintenant si vous allez de cinq ans au cinq ans, si vous partez de celle-là à celle-là, vous ajoutez combien ?plus 12, comment vous pouvez remarquer ? qu'est-ce que vous pouvez remarquer ? quand vous allez de un au un, vous ajoutez plus 3, maintenant si vous allez d'ici ...un, deux, trois, quatre, vous avez quatre écarts, vous avez 12, si vous avez cinq écarts ,vous avez ? E : 15 P : vous avez 15. Donc ici (le tableau projeté au mur) qu'est-ce que vous allez faire ? vous avez combien d'écart ? pour le premier, vous avez combien d'années ? vous n'avez pas un an, vous avez ? E : cents ans P : cents ans donc qu'est-ce que vous pouvez dire ? ... que l'écart pour un an, **** de ? E : un an P : un, pour l'autre ? fais-le, combien ***** comment tu as vu que ça pousse aux cents ans ? E : ****</p>	<p>Monique entre en C3 « =B3-B2 » et elle la recopie vers le bas.</p> <p>Monique entre en D3 « =B3/B2 » et elle la recopie vers le bas</p> <p>Monique entre une formule qui donne -2, -4... après « =B11/B10 », elle la recopie vers le bas.</p> <p>P demande à Monique de changer une valeur donnée dans le tableau (8 par 18). Le tableur actualise la feuille de calcul avec cette nouvelle donnée.</p> <p>Monique entre « =B18-B19 »</p> <p>Monique tape les nouvelles données.</p> <p>Monique calcul la différence « =B27-B26 », elle la recopie vers le bas.</p> <p>P passe au tableau :</p> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{cccccc} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ +3 & +3 & +3 & +3 & \\ \hline & & & & +12 \end{array}$ </div>
--	--	---	--

		<p>P : fais lui faire, fais le faire à l'ordinateur Monique : mais où ? P : là , à coté ! tu l'as fais Monique: *** P : oui, attends E :*** P : oui, voilà, là tu t'aperçois que ...vous n'apportez pas sur le même temps, la même valeur, vous n'avez pas le même espace entre deux temps, alors qu'est-ce que vous allez regardez ? E : *** P : oui, c'est à dire ! vous m'avez dit sur cent, si je mets cent ans entre les deux ça varie de cent donc pour un an, ça varie de un, donc vous avez... quelle opération vous faites ? E : *** P : faites-le, quelle opération tu fais ? E : je fais 100 divisé par 5 ? P : oui, voilà, regardez dans votre livre, on vous dit, regardez dans votre livre, qu'est-ce qu'on vous dit pour la croissance linéaire ? regardez...croissance linéaire... ? est-ce que tu penses que c'est le moment de faire ça ?! regardez dans votre livre page cent trois... regardez. oui, vous n'avez pas de livre !! Monique :**** P : non, parce que tu as fais...il faut que tu prennes dans le même ordre, donc tu fais le...une fois t'as pris le deuxième moins premier, une fois t'as pris le premier moins deuxième, tu fais dans le même ordre Monique:** P : c'est à dire une fois tu as fait ...regarde, tu as fait 52 moins 152, pour les autres dans le même ordre.. P : fais annuler frappe ...non ce n'est pas lui, c'est l'autre, c'est l'autre d'abord....regardez dans votre livre, on vous donne pour une croissance...moi je vous ai donné comme croissance, vous y'êtes ? je devrais pouvoir faire référence ce qui est écrit dans votre livre, mais vous n'avez pas de livre...on vous dit Si t et t' vous le notez ça ! E : quelle page ? P : page cent trois, si t et t' sont deux dates distinctes quelconques, vous notez, $G(t')$ c'est donc ici $G(t')$,dans notre exemple $G(t')$ c'est cent cinquante deux, d'accord alors $G(t') - G(t)$ sur $t' - t$ est constant pourquoi je ne vous ai pas donné cette formule plutôt , qu'est-ce qui se passe dans l'exercice un ? qu'est-ce qui se passe pour t' moins t ? E : *** P : et ça vaut ? E : un P : un, c'est pour ça qu'on n'a pas fait intervenir, d'accord ? tout le monde voit ?... dans l'exercice un, regardez si la chronologie **** à des série chronologiques, c'est à dire que vous avez à faire... qu'est-ce qu'il y a ? E : *** P : c'est bien la bonne formule, ****est-ce que c'est la bonne formule Emma ? Emma : *** P : oui c'est bien ça, oui vous voyez pas pourquoi, parce que 100 ...oui remets *** la cellule de C, parce qu'il ne voit pas qu'est-ce que c'est C , là, c'est bien 152 moins 52, d'accord ? donc c'est bien $G(t')$ moins $G(t)$ et puis l'autre t' moins t, donc vous les notez, dans un devoir vous faites comme ça, si vous avez à faire une croissance, c'est plus facile de faire deux colonnes, plus facile de faire trois colonnes, d'accord ? vous avez noté ça ? si vous n'avez pas une croissance, une série chronologique, régulière, vous voyez ce que j'attends par la série chronologique régulière ? c'est à dire ici (elle montre le tableau projeté) vous avez 1800,1900,1950 au lieu de faire un rapport comme ici, vous allez trouver, vous allez sûrement faire des erreurs de calcul donc plus simple c'est de faire une colonne pour la différence des valeurs, d'accord ? tout le monde voit ça ? alors, vous voulez continuer celui-là, moi je veux bien continuer celui-là, si vous voulez, on peut continuer alors, l'autre exercice vas-y.. eh ! oui la réponse, est-ce qu'on a à faire à une croissance linéaire ? E : oui P : oui, après continuons, vas-y E : je fais la différence ... P : mais, attends, attends, on va laisser faire quelques instants, allez, faites-le quelques instants ... E :*** P : tu vois ? E : oui je le vois P : d'accord, fais le calcul, très bien, attends, fais la même formule que tout à l'heure,... tout à l'heure on a mis celle de l'autre, non l'autre je veux dire à droite E : *** P : tu as mis 20 égal... P : est-ce que t'es dans le bon ordre pour faire la division ? si tu mets d'autre ordre, tu n'auras pas le bon ordre pour la division, si tu as fait après la machine à calculer, si tu as fais comme ça t'es dans le bon ordre, le premier, à droite après, tu vas entrer l'ordre de la machine à calculer, d'accord, c'est pour ça que c'est plus intéressant de faire comme ça, alors après ? P : alors, la question, c'était...est-ce qu'il est linéaire ou pas ? donc celle-là, est-ce qu'elle est linéaire ? E : non P : non, ... vous avez compris ou on fait l'autre ? vous voulez faire l'autre ? E : oui P : d'accord, allez, vas-y, rentres là Romain : une croissance linéaire ne peut pas être en même temps exponentielle ? P : oui, mais attends il pose une question, **il faut pas rire des autres** alors, il posent une question Romain : une croissance linéaire ne peut pas être en même temps exponentielle ? P : non, ... elle est caractérisée par quoi, si tu regardes sur un graphique, tu regardes sur un graphique, une croissance exponentielle, elle est caractérisée par quoi ? Romain : ** P : je vous ai donné un graphique... alors elle est caractérisée par quoi ? regarde le graphique, je vous ai donné un papier avec... tu l'as perdu ? Romain : non P : alors regarde sur le graphiques, est-ce que tu peux avoir... attends sauf si, ... si ici, tu as un coefficient multiplicateur qui est de... l'un*** tu pourrais avoir la même chose là et là ... et dans d'autre cas là ? Romain : le coefficient de ...</p>	<p>Monique entre « =A28-A27 »</p> <p>Monique entre « =C28/ D28 »</p> <p>Monique entre « =B28-B27 » , elle tape « =D28/C28 » mais P intervient et Monique change l'ordre « =C28/D28 »</p> <p>P passe au tableau : $\frac{G(t') - G(t)}{t' - t}$</p> <p>Monique entre les données.</p> <p>Monique entre « =A35 », P intervient, elle l'efface et elle tape « = B36-B35 » et elle la recopie vers le bas.</p> <p>Monique continue à faire le calcul sur le tableur. Elle entre « =A36-A35 » et « =C36-D36 » et elle les recopie vers le bas.</p> <p>Monique entre les données et elle commence à calculer. Elle écrit « =B43-B42 ». Romain pose une question à P, P s'approche à lui et elle essaie de répondre en montrant sur la feuille de cours qu'elle a distribuée dans la séance précédente. Dans ce cas Monique continue à calculer sur le tableur : « =A43-A42 »</p>
--	--	--	--

		<p>P : ça augmente de...</p> <p>Romain : ** cinq</p> <p>P : non, si ici, le coefficient multiplicateur, c'est un, et là si ... si le coefficient multiplicateur est un, ça veut dire quoi ? Romain : ça veut dire que...</p> <p>P : qu'est-ce qui se passe quand tu multiplies par un, quand tu multiplies toujours par un</p> <p>Romain: toujours pareil</p> <p>P : bon et alors ici ?</p> <p>Romain : oui ***</p> <p>P : non, si c'est un</p> <p>Romain : *** pareil</p> <p>P : ah bon, si t'ajoute un, ça serait pareil ?</p> <p>Romain: ah d'accord, non, ça augmentait mais ça s'arrête</p> <p>P : est-ce que tu peux avoir le même cas ici et ici ?, tu réfléchis, quand *** tu peux rien avoir</p> <p>Romain : ***</p> <p>P : voilà ça ne sert pas à grand-chose, d'accord ?</p> <p>..</p> <p>P ; alors, où est-ce qu'on est ? vous avez répondu à la question ? alors vous avez fait la différence, qu'est-ce qui se passe donc ? est-ce que c'est linéaire donc ? oui, allez</p> <p>E : Madame est-ce que *** expliquer****chaque fois,...des colonnes par exemple</p> <p>P : tu fais uniquement avec la différence, tu fais la différence et tu fais leur rapport, tu as dit que l'augmentation est la même</p> <p>E : ***</p> <p>P : non, non, vous utilisez uniquement les définitions, ne cherchez pas à bricoler autour... alors maintenant, je vous demande de chercher l'exercice quatre, l'exercice quatre, j'ai du rentrer des données...tu es dans quel groupe, t'enregistres dans ton groupe cet exercice parce que tu es..... j'ai du rentrer des données, je pense que j'ai rentré mes données puisque tout le monde n'a pas le... vas-y, ouvre, favoris réseau, maths, élèves, Belloc, 1L, croissance, exercice quatre, voilà vous avez des données pour tous ceux qui n'ont pas de livre !!</p> <p>....</p> <p>P ; tu peux lire le texte ? attends, *** lis le texte pour ceux qui n'ont pas de livre !</p> <p>E : Les gaz à effet de serre sont naturellement très peu abondants. Du fait de l'activité humaine, la concentration de ces gaz dans l'atmosphère s'est sensiblement accrue. Ainsi, la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère a augmenté de trente pour cent depuis l'ère préindustrielle. Voici des mesures de la concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Montrer que ces mesures de la concentration en dioxyde de carbone suivent une croissance quasi exponentielle.</p> <p>P : alors bien sûr, vous allez voir...**** s'il te plaît... pourquoi on étudie ça, on étudie la croissance linéaire, croissance exponentielle, on étudie ça, parce que bien entendu... on va essayer de faire des modèles. Pour quelle raison, on va essayer de faire des modèles, si on arrive à faire un modèle, on arrivera à anticiper, on arrivera à faire deux mille cinq, deux mille dix, or ce qui nous intéresse, c'est d'anticiper donc on va regarder si par hasard ça coïncide, est-ce qu'on a par hasard un modèle linéaire ? si on a une croissance linéaire, on peut anticiper, on pourrait prévoir deux mille cinq, deux mille dix, si on a une croissance exponentielle, on pourra prévoir ...le problème ce que... pourquoi on dit quasi ?</p> <p>E : ce n'est pas précis</p> <p>P : ce n'est pas tout à fait précis donc voilà pourquoi on va dire...on va choisir tel modèle, parce qu'on pense que c'est celui-là plus proche de la réalité, d'accord ? donc vous verrez que vous n'avez jamais, sauf si... quand on construira l'extrait des données pour qu'il soit la croissance linéaire ou la croissance exponentielle, nous aurons jamais un croissance réellement linéaire ou réellement exponentielle par contre, on va dire : on va voir ce qui pourrait se passer si on supposait que la croissance linéaire, alors donc quand on va faire ça ? on va regarder quelques mesures et on va dire : ça fait une croissance presque linéaire, on peut continuer comme ça, ça a l'air d'être tendance ou alors on va dire c'est presque une croissance exponentielle, et on va dire c'est la tendance et donc on va anticiper et c'est ça. Je suppose que vous avez lu des articles, vous savez que c'est le dernier jour pour s'inscrire aux STAT</p> <p>E : **</p> <p>P : vous savez que tous de la classe va s'inscrire à vos Stat. Je vous inscris aux Stat de façon autoritaire, d'accord. Vous n'oubliez pas, ...c'est au mois de mars, vous faites une affiche avant le mois de mars. On revient pas là-dessous, je vous ai déjà présenté la dernière fois, ...bon on reverra ça ...</p> <p>allez continuez, alors maintenant, vous essayez de regarder, on vous dit de voir quel modèle est pratiquement une croissance exponentielle, alors regardez-le quand même, vérifiez-le, faites le calcul.</p> <p>15:17</p> <p>....</p> <p>P : alors trouver le coefficient multiplicateur dans ce cas là, c'est un peu difficile, alors on a une autre</p> <p>15:18</p> <p>méthode ...qui ressemble... quand les nombres ne sont pas aussi faciles... regardez dans votre livre, croissance exponentielle, page cent quatre, regardez ... vous notez les autres puis que vous ne avez pas le livre... t₁ et t₂ sont deux dates consécutives, G(t₂) – G(t₁) sur G(t₁) égal k constant Pourquoi c'est la même chose, regardez, égal k, si vous faites... je fais un peu de calcul, ça va faire G(t₂) – G(t₁) égal k fois G(t₁) si j'ajoute G(t₁) ****ça va faire G(t₂) égal k plus G(t₁) je peux mettre G(t₁) au facteur je trouve la formule que je vous ai donné : G(t₂) égal (1+k) G(t₁) donc vous retrouvez ici le coefficient multiplicateur, ici, là un plus k, lorsqu'on a des nombres comme ça, c'est plus facile de faire comme ça d'accord ? soit vous avez cette formule-là, regardez la variation relative soit vous regardez avec le coefficient multiplicateur... alors comme vous voulez, qu'est-ce que vous voulez prendre comme méthode ? soit vous faites la variation relative, c'est à dire que vous faites comme tout à l'heure, c'est à dire que vous faites trois cent vingt, c'est valable pour les séries consécutives**** cinq ans cinq, alors c'est normal, alors vous faites comme tout à l'heure, c'est à dire que vous faites G(t₂) – G(t₁) comme tout à l'heure.. eh!! je suis en train de parler, alors vous faites comme tout à l'heure parce que dans un devoir en général, vous savez pas qu'il s'agit eh ! je suis en train de parler, normalement quand le prof. parle à un élève écrit... alors qu'est-ce que je vous demande d'écrire, je vous demande d'écrire, je vous demande de faire la différence comme tout à l'heure, la différence entre 326 et 320, .. c'est peut être plus simple, tout à l'heure, on avait des nombres relativement simples, c'était assez facile de trouver le coefficient, là, peut-être un petit peu difficile de trouver le coefficient, c'est peut-être un petit plus facile mais c'est à vous de voir, je pense, on va voir les deux...alors, qu'est-ce que tu veux faire, lequel tu veux faire ? soit avec le ... tu multiplies c'est à dire soit avec le coefficient multiplicateur soit tu fais avec la première formule en haut (à Monique)</p> <p>E : ***</p> <p>P : on va voir, ce que j'ai dit c'est vrai un plus ... alors comme tout à l'heure... donc voilà tu fais une colonne d'après, là ...égal 6... voilà divisé par 320...voilà, bon on y voit pas grand-chose, on va mettre des nombres... ? il y a trop de chiffres après la virgule ? qu'est-ce qu'on va mettre ? attends, vas-y, tous mais pour les tous...format, cellule, trois décimales ? non deux décimales ? nombre, deux décimales... voilà déjà on y voit un peu mieux, qu'est-ce que ça donne ?</p> <p>15:23</p> <p>la sonnerie) ...</p> <p>le même, d'accord, en prenant deux décimales c'est le même donc on peut dire en prenant deux décimales, on va</p>	
		<p>Il y a une conversation sur le concours de STAT de l'IREM entre P et les élèves.</p> <p>P passe au tableau :</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> $\frac{G(t_2) - G(t_1)}{G(t_1)} = k$ </div> <div style="margin: 10px 0;"> $G(t_2) - G(t_1) = k G(t_1)$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> $G(t_2) = kG(t_1) + G(t_1)$ $G(t_2) = k(1+k)G(t_1)$ </div> <p>Monique fait le calcul de différence(326-320) et « = C3-B2 »</p> <p>P rappelle qu'il faut sélectionner toute la colonne.</p>	

	15:25	<p>dire qu'on a à faire à une ? E : croissance P : croissance ? E : exponentielle P : d'accord ?est-ce qu'on peut prévoir 2005? P : comment vous allez faire pour prévoir ? avec ce calcul là, c'est difficile parce que avec ce calcul-là, ce n'est pas... ?... 0,2 et vous allez faire quoi, alors ? est-ce que vous pouvez faire prévoir 2005?...comment dire vous avez ici, $G(t_2)$, vous connaissez pas, k vous le connaissez, c'est 0,02 donc $G(t_2)$ égal 1 plus 0,02 et $G(t_1)$ est ... ?c'est combien $G(t_1)$ dans ce cas là, si vous voulez la croissance, ... 368 donc il faut trouver donc le suivant qu'est-ce que vous allez faire, alors pour trouver le suivant, qu'est-ce que vous allez faire ? alors pour trouver le suivant vous allez faire comment ? il ne tombera pas de ciel !! le numéro, non, vous pouvez y aller, ça ne tombe pas de ciel !! allez vous réfléchissez pour la prochaine fois... allez(à Monique)c'est ton fichier, ton dossier ?...groupe A...A3...</p> <p>Fin de la séance ...</p>	
--	-------	--	--

Annexe 5.3

Séquence de la modélisation (1) : 3^{ème} séance de Mme PEX (29.01.2003)

	Durée	Déroulement	Explication
D1	12 :14	<p><i>P : je vous rappelle que le mercredi prochain, vous avez le contrôle et il dure une heure et demi, il est prévu pour une heure et demi mais, doucement s'il vous plaît, il est prévu une heure et demi le contrôle de la semaine prochaine, c'est à dire ça dure jusqu'au midi et demi, ceux qui veulent partir à midi, partez à midi mais ils seront notés comme s'ils étaient restés jusqu'au midi et demi, normal !! le jour de BAC, vous resterez une heure si vous voulez mais vous serez notés comme si vous étiez restés une heure et demi ...</i> Marc : c'est surtout la croissance ? P : surtout ?! Tout ce que vous avez vu en début d'année comme pour le BAC, maintenant on commence à avoir suffisamment de matières pour faire des contrôles à une heure et demi, donc cette fois-ci c'est une heure et demi donc vous vous habituez juste de temps et la prochaine fois vous aurez avec le feuille de BAC, le numéro d'anonymat et tous Ça vous commencez par la première que je vous ai donnée, celle-là il y a une référence au livre,si vous apportez une autre table, vous serez plus à l'aise...</p>	P _{EX} distribue les feuilles d'élèves
D2	12 :16	<p><i>Au groupe B5 (Agnès, Emma et Marie)</i> E : *** la prochaine ? P : je vous ai donné les dates, je signale E : mais tout est décalé P : non rien est décalé, je n'ai pas touché justement, ****ne pas perturber, je n'ai rien à décaler</p>	
D3		<p><i>Au groupe B8 (Amélie, Hélène, Isabelle)</i> P : commencez par l'autre, il y a deux feuilles à faire aujourd'hui, commencez par l'autre Hélène : on commence par celle-là P : oui celle-là, l'autre, il y a des références au livre P : allez... qu'est-ce qu'il y a ? tu la laisses travailler, d'accord...</p>	
D4	12 :17	<p><i>(à la classe) P : regardez quand même, si vous vous lancez sur l'ordinateur, regardez quand même, si je (**n'ai pas**) rentré des données.....</i> <i>au groupe B2 (Muriel, Myriam, Marc)</i> ça n'est pas cette feuille, on ne commence pas par celle-là ! on commence par celle-là, je vous l'ai dit ... <i>(à la classe)vous regardez quand même, si vous voulez utiliser l'ordinateur, vous regardez quand même si par hasard j'ai pas rentré déjà le fichier... donc le chapitre s'appelle croissance donc vous regardez dans le document croissance si par hasard vous avez de fichier...</i></p>	
D5	12 :18	<p>P : merci Jeanne : c'est juste la première partie c'était plus longue qu j'ai prévu donc je n'ai pas de fichier P : d'accord </p>	<p>Jeanne donne P_{EX} son travail.</p> <p>P_{EX} est à son poste</p>
D6	12 :20	<p><i>au groupe B8 (Amélie, Hélène, Isabelle)</i> P : qu'est-ce qu'il y a ? écoute, vous travaillez, vous êtes en groupe, vous travaillez, vous laissez les autres <i>au groupe B10 (Carole, Colette, Eva)</i> qu'est-ce qu'il y a, elle vous gêne ? E : non, pas du tout, non P : vous essayez de voir, s'il y a des questions que vous ne comprenez pas, vous en discutez entre vous et vous proposez.... E₁ : en fait moi j'ai compris celle-là mais E₂ : ça a pas exactement l'air mais E₃ : si on enlève celle-là *** P : vous écrivez, vous écrivez... vous écrivez tout ce que vous **** demain, on va faire des synthèses....</p>	
D7		<p><i>au groupe B7 (Nadine, Camille, Suzanne)</i> P : *** j'ai demandé le premier, j'ai demandé l'autre exercice, voilà j'ai demandé celui en premier, l'autre c'est après...il est où ton cahier, Suzanne ? Suzanne : dans mon sac P : alors tu peux le sortir ? est-ce que tu peux le sortir, s'il te plaît, moi j'ai fait des efforts pour faire des photocopies et tu peux sortir ton cahier.... E : on fait au tableau ? P : je fais des photocopies pour que la révision de BAC soit plus facile donc faites un effort pour prendre quelques notes</p>	
D8	12 :24	<p><i>A la classe</i> P : si vous travaillez sur l'ordinateur, n'oubliez pas d'enregistrer immédiatement, parce que vous savez qu'il y a quelques petits problèmes, enregistrez vite sur le réseau....</p>	

[illegible]

	12 :47	<p>P : voilà, mets l'en pourcentage.... c'était ça que tu voulais ?</p> <p>E₁ : oui, ce n'est pas de quarante-quatre...</p> <p>P : alors vous avez un problème...</p> <p>E₁ : c'est là plutôt, qu'on s'est trompé dans les valeurs qu'on n'a pas ** (pris ou privées) ** exactement ce qu'il fallait ?</p> <p>P : **les valeurs, vous avez là ...</p> <p>E_{1,2} : oh non !!!</p> <p>E₃ : je vous l'ai dis deux fois! *** dis en plus***</p> <p>P : non pas *** ** il faut juste faire ça, voilà,</p> <p>E : ***</p> <p>P : *** t'as bien compris, ****c'est pas grave....</p>	
D22	12 :48	<p>Au groupe B10 (Carol, Colette, Eva)</p> <p>P : oui ; c'est ça, vous faites l'exercice deux c'est ça ?</p> <p>E : non ***</p> <p>P : je croyais que vous étiez là, non je croyais que vous étiez sur cette exercice,d'accord...je vous laisse....</p>	
D23	12 :48	<p>à Emma</p> <p>P : tu amènes ton carnet de correspondance, s'il te plaît.... ..tu amènes ton carnet de correspondance s'il te plaît !!</p> <p>Au groupe A1 (Eric, Jeanne, Barbara, Brigitte)</p> <p>E₁ : madame, on n'arrive pas....</p> <p>P : (à Emma) je suis obligée de régler, je suis désolée, ... au groupe A1) oui vous n'arrivez pas à faire quoi ?</p> <p>E₁ :</p> <p>P : (à Emma) tu permets !! tu me le donnes à la main quand même !!!</p> <p>Emma :... il y a une petite preuve...</p> <p>P : justement, tu me le donnes à la main, ***** merci,....oui</p> <p>Au groupe A1</p> <p>E₁ : on n'arrive pas à mettre en grade l'abscisse et. peindre</p> <p>P : ce n'est pas grave, le laissez, ce n'est pas grave</p> <p>E₃ : ici on pourrait le faire ?</p> <p>P : non parce qu'il prend systématiquement ...moi je l'ai essayé....</p> <p>E₁ : il prend 1^{ère} janvier mille neuf cents,....</p> <p>P : vousn'allez pas chercher ça...</p>	
D24	12 :52	<p>P : pour vous ça va être à peu près la même chose si vous ne travaillez pas plus que ça, pour l'instant il n'y a pas de dessin sur le cahier mais il n'y a pas forcément beaucoup de travail !!!</p>	
D25	12 :53	<p>Au groupe A4 (Guy, Lucy)</p> <p>P : est-ce que vous pouvez le faire un petit peu ... vous lui dites ce que vous avez trouvé, allez</p> <p>Guy : en fait je ne comprends pas Madame ce que....</p> <p>P : posez-lui, peut-être, elle va vous apporter une réponse....</p> <p>Guy : on a écarté le soixante-dix parce qu'au soixante dix**** le soixante-dix, il faut écarté parce que ce n'est pas la courbe linéaire</p> <p>P : tu le marques ça sur ta feuille....</p> <p>Guy : **** soixante quinze qui rentrait pas bon....</p> <p>P : vous le marquez ça, demain on discutera, d'accord ? vous lui faites la part de toute votre recherche et tu donnes ton avis bien évidemment sur ce que....tu as lu dans le texte ?</p> <p>Agnès:***</p> <p>P : alors, vas-y</p>	Comme Emma et Marie sont parties de la classe, P _{EX} intègre Agnès au groupe A4.
D26	12 :54	<p>Au groupe B7 (Camille, Nadine, Suzanne)</p> <p>E₁ : ils ne sont pas trop **** mille neuf cents soixante-dix et mille neuf cents soixante quinze. je ne sais pas ? parce que....</p> <p>E₂ : parce que c'est seul....</p> <p>E₁ : pour que ce soit bon exercice, pour nous ça paraît plus logique, écarté soixante-quinze....</p> <p>P : alors vous marquez que vous voulez écarté soixante quinze et on verra demain, d'accord mais le jour de BAC par contre il faut pas faire ça, d'accord mais là demain, vous pensez que c'est soixante quinze et on verra peut-être les autres ont écarté soixante dix, on verra ce qui va se passer d'accord, on verra si vous avez raison.</p>	
D27	12 :56	<p>Au groupe A1 (Eric, Barbara, Jeanne, Brigitte)</p> <p>E₁ : madame</p> <p>P : oui</p> <p>E₁ : est-ce que.... si on trouve la question trois a et....</p> <p>E₂ : la question trois b d'abord ; c'est une valeur approchée, est-ce que c'est quand même juste ?</p> <p>P : oui, vous dites que vous prenez une valeur approchée, vous trouvez combien ; pourquoi ?</p> <p>E₂ : on trouve à peu près trois mais ...</p> <p>E₁ : trois virgule un</p> <p>P : et vous voudriez trouver combien ?</p> <p>E : trois</p> <p>E : le problème ce que ****c'est pas des chiffres...</p> <p>E : Jeanne, qu'est-ce qu'on cherche...</p> <p>E : on a eu des pourcentages sur quinze ans, on cherche le pourcentage de trente ans. Donc on a divisé le pourcentage de quinze ans par le pourcentage de cinq ans et normalement on doit obtenir trois ?</p> <p>P : oui mais parce que vous avez fait arrondir chaque fois</p> <p>E : oui*****</p> <p>P : essayez une autre méthode</p> <p>E : on n'a trouvé que celle-là</p> <p>P : essayez une autre méthode au lieu de faire apparaître trois est-ce qu'on peut utiliser trois ?</p> <p>E : on peut faire apparaître de ****</p>	
D28	12 :57	<p>Au groupe B2 (Muriel, Myriam, Marc)</p> <p>E : mais ce n'est pas grave si on a eu un, deux, trois***</p> <p>P : oui je sais</p> <p>E : ce n'est pas grave ?</p> <p>P : ce n'est pas grave</p> <p>E : ah ! non, c'est- zéro !?</p> <p>P : ce n'est pas grave, enlevez l'abscisse, ce n'est pas grave, ne tenez pas compte de ça, ce qui compte, non vous décidez, ce qui compte c'est l'allure de courbe, vous vous mettez. ça c'est la gestion d'EXCEL, ce n'est pas très grave, ce qui compte c'est l'allure de la courbe, est-ce que l'allure de la courbe ça vous convient ou pas ?</p> <p>E : oui...</p>	
D29	12 :58	<p>Au groupe A3 (Monique, Alice, Benoît)</p> <p>E : madame, le problème de trouver deux point quatre mais ***quarante quatre ?</p> <p>P : attention, une erreur peut donner ...peut-être une erreur de méthode ? est-ce que votre méthode est correcte ? qu'est-ce que vous en pensez ?</p> <p>E : je ne sais pas...</p>	

		<p>P : est-ce que vous êtes d'accord ? E : d'accord avec quoi ? P : tous les trois ensembles là ? E : on a fait tout ensemble... ? P : bon d'accord alors, on verra demain, d'accord ?!</p>	
D30	12 :59	<p><i>Au groupe B10 (Carole, Colette, Eva)</i> Carole:c'est bon ce qu'on a fait? P : je ne sais pas !! je regard simplement que vous êtes en train de travailler, ce tout ce qui compte pour moi ! ce que vous êtes en train de travailler et je vous laisse travailler, je vous regarde, je ne veux pas vous perturber</p>	
D31	13 :01	<p>P : Marie, tu t'intègres au groupe, ils étaient en train de travailler donc tu travailles s'il te plait...tu prends ta table, tu t'intègres mais ce groupe est en train de travailler donc... Marie : moi aussi, je travaillais Madame P : bon, d'accord ...excuse moi a priori quand on fait les dessin sur un cahier on n'est pas forcément en train de travailler !!</p>	Marie revient en classe et elle s'intègre aussi au groupe A4
D32	13 :02	<p><i>Au groupe B2 (Muriel, Myriam, Marc)</i> P : vous avez fait ça ? E : oui P : bon, d'accord E : nous, on a passé parce que l'autre ... ; E : on l'a décalé P : d'accord, on prendra demain. E : voilà, on a fait le histogramme, l'ordinateur a donné la courbe**** P : vous faites avec les points, pour refaire... qu'est-ce que c'est, c'est celle-là que vous voulez mettre E : on peut encore faire l'histogramme à cote ? P : à coté... vous faites avec les points. E : avec quoi ? P : des points...tu sais ? au lieu de faire...tu fais avec les nuages des points ... E : en courbe *** P : en courbe nuage de point, au courbe hi ? tu fais le tracer comme ça, si tu veux ... E : oui, merci</p>	
D33		<p><i>à Marie et Agnès qui s'intègrent au groupe A4</i> P : ils étaient en train de travailler sérieusement donc... Marie : **** P : oui justement, ils vont vous dire où ils **** Marie:*** P : vous essayez de parler de ça et pas d'autre chose, d'accord ? ils ont travaillé régulièrement, ils ont travaillé à leur vitesse mais ils ont travaillé !! à leur vitesse ce n'est pas forcément très rapide mais il y a un progrès chaque jour un progrès, d'accord, ce qui compte ce que vous en fassiez de plus en plus ...</p>	
D34	13 :03	<p><i>Au groupe B7 (Nadine, Camille, Suzanne)</i> P : pourquoi, vous avez tout effacé ? E : non, **** P : d'accord, E : enlever la soixante quinze ce n'est pas... P : vous avez enregistré, enregistrez chaque fois si vous faites de fausse manipulation, n'oubliez pas de cliquer la petite disquette, voilà, de temps en temps vous enregistrez comme ça. E : c'est comme ça qu'on enregistre ? P : c'est la première fois tu mets un nom et puis après tu enregistre comme ça, de temps en temps si tu fais une fausse manipulation, tu est sauvé...</p>	
D35		<p><i>A la classe</i> P : c'est l'heure d'accord, alors vous enregistrez bien, vous remettez la table en place s'il vous plait !!!!</p>	

Annexe 5.4

Séquence de la modélisation (2) : 4^{ème} séance de Mme PEX (30.01.2003)

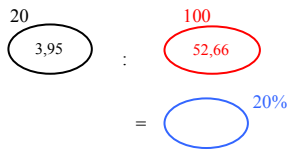
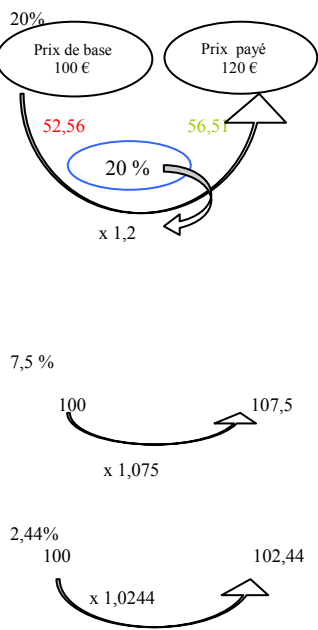
	Durée	Déroulement	Explication
	15 :36	<p>P : si j'efface ce n'est pas pour que vous ne voyiez pas ce qui a été fait, j'efface pour que vous ayez une autre version, pour que la correction soit adaptée à votre groupe. Puisque ce qu'on a fait dans l'autre classe, vous pouvez toujours leur demander, je vous consigne toujours de demander à l'autre classe comment ils ont corrigé les exercices puisque c'est en général l'élève qui est interrogé qui va mener E : bonjour P : bonjour P : Claire, je crois que t'aura mal à la tête, tu mets là... t'aura mal à la tête parce qu'il faut que tu t'élèves la tête. Allez ça y est ? Donc on corrige, faites attention ! Moi je ne vérifie pas... ce sont les élèves qui sont interrogés qui donnent leur recherche donc vous ... vous allez... méfiez-vous, je répète que ce sont des élèves qui sont interrogés qui donnent leur Marc ! leur solution, leur recherche ! D'accord ? Donc si vous avez un doute, vous interrompez... moi je ne donnerai pas de correction, c'est à dire ça peut être faux ! Ne prenez pas systématiquement ce qu'elles disent, si je ne dis rien, ce n'est pas forcément que c'est juste, c'est que vous n'avez rien dit ... Tu te mets par ici comme ça tu seras près d'elle. (<i>Colette entre en classe, Mme Pex la montre une place à côté de son groupe</i>) Vous avez entendu ? Donc vous reprenez ...je vous répète...le mercredi prochain, vous avez votre contrôle, mercredi prochain vous avez un contrôle d'une heure et demi, à partir de cette fois –ci, vous aurez toujours des contrôles d'une heure et demi, parce que c'est le temps que vous *** pour le BAC, la prochaine fois la nouveauté, c'est donc la durée donc vous allez faire un contrôle normal et maintenant à chaque contrôle vous aurez systématiquement tout le programme comme si vous choisiez un exercice de BAC d'accord ? Et la fois d'après, on jouera le grand jeu, c'est à dire que je vous donnerai des feuilles d'examen et vous aurez un numéro d'anonymat et je vous placerai dans la salle, d'accord et petit à petit on essaiera de voir en général ça se passe un petit peu ... des feuilles à être placées en salle...on fera un petit peu cérémonial, pas cette fois-ci... donc cette fois –ci, c'est une heure et demi, faites attention ! Vous pensez que c'est un peu long mais il faut *** ce temps-là, bien entendu, si vous avez envie de sortir au midi, vous avez le droit de sortir au midi puis que c'est le temps par contre vous allez compter comme si vous étiez sortis au midi et demi, d'accord.</p>	

15 :38	<p>Alors on y va, j'insiste sur cet exercice parce qu'il me semble ...c'est une idée tout à fait personnelle, il me semble être tout à fait dans l'esprit de votre programme de 1^{ère} L, c'est à dire il me semble dans l'esprit d'un sujet de BAC... alors qu'est-ce qu'elles ont fait d'abord, vous nous expliquez ce que vous avez fait... alors vous nous expliquez, vous le mettez il y a des chiffres qui apparaissent là, donc vous mettez haut dessus pour qu'on voie la formule.</p> <p>Carole : voilà, on a fait ce tableau pour***, pourquoi, d'après le graphique ci-dessus, est-il souhaitable de se baser sur les populations de 1975,1980,1985 et 1990 et d'écarter la population de 1970 ? Dans la suite, on écarte la population de 1970. ****</p> <p>...</p>	<p>Le groupe interrogé affiche leur feuille de calcul sur laquelle il a travaillé hier.</p>
15 :40	<p>P : attention, le jour de BAC ne faites pas cette réponse, vous avez... on vous demande d'après le graphique... d'accord si vous voulez, on peut le faire, comme ça vous nous expliquerez... alors comment on fait le graphique, tu sélectionnes, sélectionnes... là, non, tu sélectionnes...voilà, encore, encore, encore et puis tu vas chercher le petit graphique en haut, il y a un petit dessin, un petit graphique, on dirait un petit crayon... ils ne sont pas le graphiques... où est-ce qu'il est ... non ce n'est pas ça... alors faites affichage... vous ne l'avez pas dans votre barre d'outils, qui c'est qui a enlevé la barre d'outils ? ... vous l'avez vu le graphique.... Graphique...*** tu l'as ? graphique, voilà, alors clique sur le petit bouton qui est graphique... t'as sélectionné, voilà, tu le sélectionnes...l'assistant graphique tu l'as, vas-y clique sur là dessus, vas-y clique sur là dessus là</p> <p>E : là</p> <p>P : oui, voilà ... ah ! qu'est-ce qu'il a fait ?</p> <p>....</p> <p>P : ah, ce n'est pas ça, c'est dans le graphique là, vas-y faites annuler, annuler...là haut ...là tu ferme, tu fais annuler là haut...Edition, Annuler... ah tu peux pas ! tu sors de ça...là, sors du graphique, voilà, tu fais Edition, Annuler en haut ... ce n'est pas grave ! allez on va le mettre à côté, on ne va pas s'en occuper, allez, vas-y envoie d'autre côté et attrape-le et envoie d'autre côté, voilà.</p>	<p>P_{EX} propose de faire le graphique.</p> <p>Carole manipule l'ordinateur sous la direction de P_{EX}.</p> <p>P_{EX} demande de sélectionner la ligne 3, jusqu'à la colonne F(les valeurs de la population dans les années).</p> <p>Carole cherche dans la barre d'outils l'icône de graphique.</p> <p>Carole entre Affichage, Barre d'outils et puis elle sélectionne graphique.</p> <p>P_{EX} demande cliquer sur l'icône de 'type de graphique', le tableur affiche un graphique inattendu.</p> <p>P_{EX} propose d'annuler ce graphique mais l'icône pour annuler est désactivé.</p> <p>Carole recommence à pour faire le graphique mais cette fois-ci P_{EX} demande de choisir le type de graphique avant d'afficher Comme Carole n'a pas entré les nouveaux valeurs de l'axe x, le tableur affiche 1,2,3 au lieu des années.</p>
15 :42	<p>Alors, on refait, tu sélectionnes là haut 50,77 ...voilà, alors tu refait le graphique, alors où est-ce que tu vas le trouver... dans la barre d'outils, voilà...graphique, voilà et là il y a une petite flèche, là tu essaies de descendre, là il y a une petite flèche, tu vois là sur le graphique-là, ici, ici... là, voilà, là il y a une petite flèche là, à droite... là, voilà et là tu as des points, tu vois... voilà... fermer, voilà... bon, alors donc là, tu nous montres avec la souris... alors ne***pas un, deux, trois, c'est 1970... c'est simplement pour que tu puisse nous parler avec la souris, d'accord, alors !</p> <p>E : *****</p> <p>P : attention, en mathématiques, elles sont à peu près alignées, ça c'est correct par contre une ligne là, tu as une ligne pour l'instant hein, en mathématiques, ça s'appelle une ...une... ?</p> <p>E : courbe</p> <p>P : une... ça c'est une courbe, ce que vous avez là, c'est aligné ça correspond à... ?</p>	
15:44	<p>E : une droite</p> <p>P : une droite, faites attention, dans un devoir de BAC, faites très attention, vous êtes corrigés par des prof. de maths, ne confondez pas ligne et droite, une ligne n'est pas toujours une droite, d'accord. Donc tu penses que c'est ... à peu près ...</p> <p>E : c'est pour ça que ***</p> <p>P : non, par contre, il y a un groupe... j'aimerais bien que vous participiez au travail collectif, donc vous parlez suffisamment fort pour qu'on interrompe tout le cours et on vous écoute, alors un groupe Camille, Nadine et Suzanne, vous avez... vous écarterez ...</p> <p>E : ***</p> <p>P :vous vouliez écarter 75 parce que vous trouviez que ...regardez... on peut effectivement écarter 75, elles ont voulu écarter 75, on peut a priori écarter 75, d'accord ... mais c'est plus simple d'écarter 70 pour quelle raison, parce qu'après on s'occupe de la variation, regardez sur votre papier ,parce que là on n'a pas la même référence, si on regarde, si on écarter 70, après on a quelque chose qui va de cinq ans au cinq ans, donc on va peut-être pouvoir travailler, tandis que si on écarter 75, qu'est-ce qui va se passer ? on va voir 70 et puis on va avoir 80, ça va être moins facile à manipuler, d'accord... donc c'est peut-être la raison pour laquelle on écarter 70, d'accord... alors après, que vous faites ?</p> <p>...</p>	
15 :46	<p>P : tu peux le supprimer, tu peux le descendre, si ça te gêne, descends-le... on ne peut pas supprimer mais descends-le au moins ...tu cliques dessus, voilà... tu remontes avec l'ascenseur ... ça s'appelle traditionnellement l'ascenseur par côté, hein... d'accord</p> <p>Carole :</p> <p>P : oui... quinquennal, ça veut dire...</p> <p>E ; tous les cinq ans</p> <p>P : tous les cinq ans... donc... alors là qu'est-ce que vous avez fait, vous avez entré une formule ? vous pouvez nous la montrer...</p> <p>Carole</p> <p>P : mais non, si ...vous avez fait apparaître 0,96, on peut le voir... qu'est-ce que c'est 0,96 ? qu'est-ce que c'est ?</p> <p>Carole: ça n'a aucun rapport avec la ...</p> <p>P : bon, d'accord. Bon, alors, ça qu'est-ce que c'est ça ?</p> <p>Carole :</p> <p>P : est-ce que vous êtes d'accord ? ... comment avez-vous fait pour faire une augmentation quinquennale moyenne ? ... et les autres ! moi je ne regarde pas là ...</p> <p>E : madame ?</p> <p>P : oui</p> <p>E : C'est simplement le pourcentage d'évolution ça se voit</p> <p>P: ah bon</p> <p>E: c'est la formule-là c'est le pourcentage d'évolution là</p> <p>P: je ne sais pas, moi! Je vous demande si vous êtes d'accord... oui ?</p> <p>E : excusez-moi mais moi je n'ai pas bien compris comment**** à la première question...parce que je n'ai pas compris comment on va rédiger le jour de BAC</p>	<p>Carole mets le graphique en bas de la feuille.</p>
15 :48	<p>P : le jour de BAC, le jour de BAC t'auras cette... ce graphique-là, le jour de BAC t'auras ce graphique, et donc tu vas dire que les points qui correspondent vous amènent 1975, 80, 85, 90... ces points-là sont alignés, donc tu vas tracer une droite, tu vas mettre qu'ils sont sensiblement alignés, par contre le point qui correspond à l'année 1970 ne se trouve pas sur cette droite ou bien tu peux dire qu'il te semble que ces points-là, si tu ne les trouve pas alignés, tu peux penser qu'ils se trouvent sur une courbe... vous avez deux courbes de référence, vous avez la courbe exponentielle donc tu peux tracer aussi la courbe exponentielle, une courbe exponentielle ici et donc tu verras que le point qui correspond au 1970 n'est pas dessus, donc tu prends un stylo d'une couler tu dis « je peux estimer que les points sont alignés » et tu traces... tu dis sur la droite tracée en ...d'une couler et tu donne ta légende ou tu dis « je peux estimer que les points sont sur la courbe exponentielle » et tu traces ta courbe... dans les deux cas, le point qui correspond au 1970, dans ces deux cas-là, ils ne se trouvent pas sur les deux courbes qui semblent plus s'approcher de ce point -là... Donc... il faut faire très attention, il faut bien montrer les légendes, il faut faire des choses...il faut avoir des stylos en couler, crayon en couler le jour de BAC évitez le stylo rouge, d'accord... on verra **** alors,</p>	<p>Elle montre d'abord la formule dans la cellule C6 « =(D3-C3)/(D2-C2) », P_{EX} demande celle de B4 « =B3/C3 ».</p> <p>Carole revient en C6</p>

		<p>qu'est-ce qu'il vous demande là ? est-ce que vous êtes d'accord avec ce qu'elle a fait ? ... l'augmentation quinquennale, qu'est-ce que ça veut dire, ça veut dire que l'augmentation est tous les cinq ans... donc on part de mille neuf cents... combien ?</p> <p>E : 75</p> <p>P : 75, donc on va chercher l'augmentation... qu'elle va être l'autre nombre ...qui va être en jeu...celui de ... ?</p> <p>E : 1980</p> <p>P : 1980... donc pour chercher l'augmentation, qu'est-ce qu'on va faire ?</p> <p>E : alors ...</p> <p>P : la différence entre la population de ... ?</p> <p>E : 1980</p> <p>P : et celle de ... ?</p> <p>E : 1975</p> <p>P : alors, vas-y, ce qu'elle a fait... ce que vous avez fait</p> <p>E :</p> <p>P : non, non, on fait une chose après l'autre... ou alors vous mettez sur une autre, vous mettez haut dessus... voilà, alors, allez-y, ça fait égal... donc...égal, donc tu remets ... ? comment tu fais pour faire ? ... non, non ...oui, voilà... moins voilà, donc là qu'est-ce que tu vas faire maintenant ?</p> <p>E :</p> <p>P : on va... recopier...alors,vas-y..... non, parce que regardez...qu'est-ce qu'il y a ? ...mais si vous avez une question, je peux peut-être vous répondre... qu'est-ce que c'est ?</p> <p>E : non, non ...</p> <p>P : vous découvrez le texte, oui je sais, hier vous n'avez pas travaillé, c'est votre problème, moi je vous ai laissé à faire, aujourd'hui vous découvrez la question, ça c'est votre problème, moi je m'intéresse aux élèves qui ont cherché hier, ce n'est pas votre cas, bon ! alors il manque une case, alors est-ce qu'elles ne sont pas finies ou finies... alors reprends en détail alors recommence, remettez dessus, celle-là, c'est l'augmentation entre ...</p> <p>Carole : 1975, 1980</p> <p>P : bon, après, celle de côté</p> <p>Carole : celle d'entre 1985 et 1980 et la dernière celle d'entre 1990 et 1985</p> <p>P : donc, est-ce que tu as terminé ?</p> <p>Carole : oui</p> <p>P : oui, bon alors maintenant qu'est-ce que tu vas faire ? ... vous pouvez trouver ? quelle est la question ?</p> <p>E : la moyenne</p> <p>P : la moyenne ! donc qu'est-ce que vous allez faire ?</p> <p>Carole :</p> <p>P : voilà, ou bien vous avez une formule qui s'appelle moyenne.</p> <p>...</p> <p>Carole :</p> <p>P : vous avez une formule qui s'appelle moyenne</p> <p>Carole:</p> <p>P : qu'est-ce que vous voulez essayer de faire ?</p> <p>Carole : l'année dernière, on a</p> <p>P :non, l'année dernière, on n'a pas fait cet exercice, l'année dernière, tu n'as pas fait ça, alors... vous allez faire la moyenne après on va essayer de regarder ce qu'elles ont fait. A quelle question elles ont répondu. Alors vas-y, égal...égal, c'est la moyenne, donc vous avez une fonction moyenne, vous avez une fonction qui s'appelle moyenne, vas-la chercher...</p> <p>Carole :</p> <p>P :ah bon, voilà, tu tapes moyenne si tu sais écrire, moyenne... t'écris moyenne... écris moyenne, ça va aussi vite, moyenne ... voilà, tu mets une parenthèse...voilà et tu sélectionnes les nombres que tu vas mettre en moyenne, attention ! celui-là, celui-là et celui-là, fais entrer, voilà, ça te donne la moyenne. Bon, alors tu vas peut-être changer le format... alors vas-y, regarde, tu as beaucoup de chiffres après la virgule. Alors vas-y... c'est bon ... t'en as deux, c'est bon. Voilà donc, vous trouvez ... une moyenne de ... 1,32. alors est-ce que tu peux, non ,non mais... allez, on va chercher ... qu'est-ce qu'elles ont fait ? alors vas-y, reviens dessus... essayez de trouver...reviens dessus, essayez de me trouver la question à la quelle elles ont répondu ? alors elles ont divisé, elles ont fait D3-C3, c'est ça ?</p> <p>E : oui</p> <p>P : D3-C3 donc elles ont ...</p> <p>E : c'est la variation absolue</p> <p>P : elles ont ... non attention, regardez bien ce qu'elles ont fait, elles ont fait D3-C3 donc c'est le nombre ...</p> <p>E :</p> <p>P : non, non, regardez bien ce qu'elles ont fait, ça c'est le nombre de quoi ?</p> <p>E :...l'augmentation quinquennale</p> <p>P : ce n'est pas l'augmentation quinquennale, D3-C3... et dessus c'est... D2-C2 donc qu'est-ce qu'elles ont obtenu comme ... comme résultat ?</p> <p>E :</p> <p>P : c'est...ce n'est pas l'augmentation quinquennale...c'est... ?</p> <p>E : **</p> <p>P : c'est quoi ? elles ont fait l'augmentation mais elles ont divisé par... ? par combien ? ...</p> <p>...</p> <p>P : par cinq donc ...donc vous avez fait l'augmentation...</p> <p>E : un an</p> <p>P : tous les ans... vous le notez, c'est ça que vous avez fait, donc vous avez répondu à cette question.</p> <p>...</p> <p>E :</p> <p>P : je pense que c'est ça ce qu'elles ont fait</p> <p>E : ... la moyenne d'augmentation par an</p> <p>P : non, oui, c'est ça... sur cinq ans là...</p> <p>E :</p> <p>P : chaque année, vous avez augmenté de cette valeur-là ...sur cinq ans... regarde, teste-le pour voir si c'est vrai ce qu'elles ont dit, tu vas recopier, mettez cinq... tu les recopies, tu reprends en bas ici, tu prends une case... n'importe laquelle, plus bas à gauche, égal et tu mets en haut 50, 77 voilà, tu vas dessus</p> <p>Carole: là ?</p> <p>P : oui...non, non ! il faut que tu sortes de là...voilà, non, non ...attends, attends...reprends là, voilà et là tu fais entrer... entrer, voilà, maintenant, tu mets égal</p> <p>Carole : celle-là ?</p> <p>P : celle-là, celle-là...plus celle que tu dis ...la moyenne que tu dis chaque année... 0,... tu fais attention pour prendre... cellule absolue pour celle-là... cellule absolue, voilà, tu fais entrer, voilà, vas-y, tu la recopies... ça c'est la première année... oui, vas-y tu la recopies... ça c'est au bout d'un an, dessous, dessous ! un, deux, trois attention pas</p>	<p>Carole montre la valeur en C6 mais P_{EX} demande de calculer seulement la différence entre les populations de ces deux années dans la ligne 5.</p> <p>Carole entre la formule en C5 « =D3-C3 ». Elle recopie la formule vers la droite.</p> <p>Carole tape « moyenne » en cellule F5 et elle mets entre parenthèses et elle sélectionne C5, D5 et E5. « moyenne (C5 :E5) » et le tableur affiche 1,31666667. P_{EX} propose de changer le format d cette cellule. Carole change le format et le tableur affiche deux décimales après la virgule (1,32)</p> <p>P_{EX} demande à Carole de revenir sur la cellule C6 et elle demande à la classe de trouver ce qu'elles ont calculé dans cette ligne.</p> <p>P_{EX} propose de tester au groupe interrogé leur réponse pour l'augmentation annuelle. Elle demande de calculer au bout de cinq ans. Carole entre en B14 la valeur de l'année 1970 et elle écrit dans en B15 la formule « = B14+\$C\$6 ». Elle la recopie en sept cellules.</p>
--	--	---	---

		<p>trop... vas-y là... alors qu'est-ce qui se passe ?</p> <p>E : Madame, je n'ai pas bien compris c'est quoi la ligne de 0,214 0,266</p> <p>P : pardon ?</p> <p>E : je n'ai pas compris ce que présente la ligne de 0,214...</p> <p>15 :58 P : c'est... ce qu'on est en train de chercher, parce qu'on est en train de chercher à expliquer, c'est pas du tout dans le problème hein! on est en train d'expliquer, je suis en train d'expliquer à ces élèves-là ce qu'elles ont fait, alors ce qu'elles ont fait, elles ont divisé la différence l'augmentation entre 1970 et 1975, elles l'ont divisé par cinq, est-ce que c'est ça ? attends, attends c'est peut-être pas, non... ce n'est pas, non, non pardon, je vous fais faire une bêtise parce que ce n'est pas B qu'il faut prendre, elles ont pris C, c'est ça qui a engendré une erreur. Là, tu te remets haut dessus de 50,77 là, non... non là, pardon, voilà sur... voilà et là tu cliques... tu cliques sur C... sur C... C3... non C2 pardon... je me suis trompée parce que... en fait ce qui a engendré une erreur, ce n'est pas 50,77 qu'il fallait prendre, c'est 52,66 votre référence... clique sur 50,77 ici là, voilà... maintenant tu mets à la place de B2 là haut de B3, tu mets C3, c'est moi qui n'ai pas bien vu ce que vous avez fait, C3, voilà... alors, ça c'est au bout d'un an, vas-y, ça fera donc mille neuf cents... mets-la à côté de 52,66 là tu vas taper 1975, tapes 1975... bon, au sous égal... égal la date dessus plus un, fais entrer maintenant, recopie maintenant... voilà... stop, stop, attends parce que ... encore, enlève un peu jusqu'au 1980... arrête, voilà 1980 qu'est-ce qui se passe ?</p> <p>16 :00 E :</p> <p>P : on trouve la valeur...</p> <p>E :</p> <p>P : d'accord ? donc ce que vous avez calculé... c'est... ? est-ce que vous pouvez me dire ce que vous avez calculé... c'est la valeur... ?</p> <p>E : l'augmentation moyenne par an</p> <p>P : voilà, c'est l'augmentation moyenne par an sur ... ?</p> <p>E : cinq ans</p> <p>P : sur lequel... non... de mille neuf cents... ?</p> <p>E :</p> <p>P : de 1970 à 1975, est-ce que vous pouvez faire semblable de prendre des notes, s'il vous plaît !</p> <p>...</p> <p>P : si vous pouvez prendre au moins les réponses, oui mais tu ne me dis pas que tu regardes, ça fait un bon moment que je vous regarde, vous êtes en train de dormir ! donc la moindre des choses, c'est de faire un effort pour ne pas dormir !... donc vous avez compris ce que vous avez fait ? tout le monde a vu ? vous avez vu ? tout le monde comprend ce qu'elles avaient fait ?</p> <p>E : non</p> <p>P : est-ce que tu as suivi ?</p> <p>E : oui</p> <p>P : bon, alors on reprend ... on reprend là, elles ont calculé en zéro deux cents... remonte au zéro deux cents... je sais plus là, voilà... là elles ont fait la différence... elles ont regardé l'augmentation à mettre 1980 1975 elles ont fait la différence mais elles ont divisé par la différence des années, c'est à dire qu'elles ont cherché l'augmentation par an ! d'accord, ce n'est pas la réponse à la question posée mais ce n'est pas faux ce qu'elles ont fait, elles sont hors sujet ! ce n'est pas pareil, vous êtes hors sujet, parce que vous ne répondez pas à la... ce n'est pas du tout la même chose en maths, elles sont hors sujet parce qu'elles ne répondent pas à la question posée, vous avez compris ? or pour montrer que ce n'était pas faux ce qu'elles ont fait... on a repris 1975 et donc on a augmenté chaque année de cette valeur et on est tombé bien en 1980, on est tombé bien sur la valeur qui est en haut, d'accord ? donc ce qui a été fait n'était pas faux, mais ce n'était pas ce qui est demandé ! c'est moins grave que de faire quelque chose d'aberrant. Vous ne répondez pas à la question posée, c'est tout. Le jour de BAC, vous ferez attention, vous ne mettez pas de points mais on vous dirait que vous avez mal lu votre sujet mais c'est moins grave que de faire de choses aberrantes. Alors après, donc maintenant vous avez compris, on vous demandait sur cinq ans, d'accord... donc là vous avez fait la moyenne, alors maintenant on vous demande de ... on fait l'hypothèse... donc qu'est-ce vous devez dire, dans un devoir de BAC, vous devez dire « on fait l'hypothèse que la croissance de la population est linéaire, c'est à dire... » ? vous devez donner la définition, c'est à dire ?</p> <p>E :</p> <p>P : qu'elle augmente de... tous les cinq ans... de la même...</p> <p>E : valeur</p> <p>P : valeur, d'accord ? vous devez donner le jour de BAC, vous devez donner toujours des définitions. Alors là, puis qu'elle augmente de la même valeur, vous supposez qu'elle augmente de ... ?</p> <p>E : 1,32</p> <p>16 :04 P : 1,32 attention il y a des unités à mettre ... millions de...</p> <p>E : habitants</p> <p>P : habitants, donc alors vous allez vous en servir comment ? vous allez vous en servir pour estimer la population française en 1995. Donc tu vas mettre 1990, tu vas prolonger 1995, comment tu fais pour 1990, montre-moi 1990.... Oh loh ! qu'est-ce qu'il fallait qu'elle fasse ? pour être paresseuse, il fallait faire, pour être paresseuse comment il fallait... alors vas-y fais moi le pour la suivante. Alors comment on fait ? Egal celle-là, plus 5, très bien. Voilà, alors que le temps que tu y es tu fais 2000. Voilà, et elles savent le faire en plus. D'accord ? Bon, Allez, maintenant, vous faites l'augmentation. Allez-y. alors vas-y. mets dessous donc sous 1995, voilà, et alors qu'est-ce que tu vas faire là ?</p> <p>E :</p> <p>P : ah, ben, non. Puisque là, qu'est-ce qu'on vous dit ? Qu'elle augmente... quelle est l'hypothèse, qu'est-ce que vous venez de me dire dans l'hypothèse ?</p> <p>E :</p> <p>P : Elle augmente ?</p> <p>E : de la même valeur que...</p> <p>P : de la même valeur, tous les ? 5 ans. Et ben, alors, tu vas mettre une formule ? tu vas mettre ? Alors vas-y, qu'est ce que tu mets là ?</p> <p>E :</p> <p>P : Egal, combien ?</p> <p>E :</p> <p>P : et tu fais attention de ?</p> <p>E :</p> <p>P : absolue. Oui. Voilà, très bien. Voilà, et là, tu fais, oui mais là t'as fait beaucoup d'estimation hein. D'accord, non, non c'est pas grave, les efface pas. T'as fait combien d'estimation ? Simplement il faut que tu nous fasses au-dessous... donc, elle vient d'estimer jusqu'à ?... 2010. ça y est ? Bon, après, donc voilà une estimation. Donc, on vous demande de placer, de placer cette valeur sur le graphique hein. Ce sera très souvent le cas. Après, autre question ?</p> <p>E :</p> <p>P : Oui, mais normalement tu dois trouver... Ah</p> <p>E : La dernière fois**</p> <p>P : Tu peux, dans ce cas là, tu le dis, dans ce cas là, tu le précise hein. Si vous estimez dans ce cas là, elles sont, elles sont reparties, elles sont reparties, donc la dernière fois, on l'avait fait pour voir si le modèle est très loin de la réalité.</p>	<p>P_{EX} remarque qu'ils n'ont pas entré la bonne valeur en B14. Carole change 50,77 par 52,66.</p> <p>P_{EX} demande à Carole d'entrer les années à côtés des valeurs affichées.</p> <p>Pour estimer la population en 1995, Carole mets d'abord l'année 1990, elle l'entre chiffre par chiffre mais P_{EX} intervient pour montrer une autre façon d'entrer ces donnés. Donc Carole entre la formule en G2 « F2+5 » et elle la recopie vers la droite.</p> <p>Carole passe au calcul d'augmentation, elle entre la formule « =F3+\$F\$5 ». P_{EX} fait une précision pour prendre la référence absolue. Elle la recopie vers la droite.</p> <p>P_{EX} choisit un autre groupe (groupe B2) pour la 3. question. Le groupe B2 se place au poste</p>
--	--	---	---

	<p>D'accord ? Donc là, a priori, mais, mais...ça se défend hein. Ça se défend. On va faire venir Muriel et Myriam et Marc, allez, parce que cette question les a beaucoup gênés. Allez, vous venez...Très bien, vous avez enregistré là ? enregistrez pour qu'on puisse vous le, vous l'enregistrez et vous fermez ces fichiers. Alors vous revenez, vous avez travaillé là-dessus ou pas ? vous avez travaillé sur l'ordinateur ou pas ?</p> <p>Muriel :</p> <p>P : on va voir, on va voir...</p> <p>P : vous verrez assez là ?</p> <p>E : oui, oui, je pense.</p> <p>P : allez, on vous écoute. Mettez-vous peut-être là bas à la place de Muriel et de...Colette, tu veux y aller, non, tu restes là. D'accord. Allez, on vous écoute. Donc la question qui vous attend...on y est</p> <p>....</p> <p>P : non, vous fermez ça et vous allez chercher le votre puisque vous avez travaillé là-dessous. Donc, vous fermez celui-là et vous allez chercher le votre. Qu'est-ce qu'il y a ? ça va pas ?</p> <p>E : non, non</p> <p>P : vous préférez vous mettre là ? d'accord.</p> <p>Muriel : ...comment s'appelle ça ?</p> <p>P : Ah !! vous voyez, c'est bien ça. Vous savez plus le nom de votre fichier !</p> <p><i>La conversation entre le groupe pour le nom de fichier</i></p> <p>P : Oui, oui, elles sont bien B2. C'est bien B2 le votre ? oui, donc, il y a un petit problème. Alors, il y a peut-être quelqu'un qui vous a écrasé...</p> <p>E :</p> <p>P : Où ça ?</p> <p>E :</p> <p>16 :10 P : Ah ! écris, pour ***mais ça m'étonnerait, il y est pas. Mais le problème, vous auriez pas du enregistrer là.</p> <p>E :</p> <p>P : vous êtes sur que vous l'avez mis sur B2. Vous êtes sur qu'il avait pas mis sur A2 ?</p> <p>E : Ah, non, regardez.</p> <p>P : <i>Divers</i>, vous l'avez pas mis dans <i>Divers</i> ? vous l'avez sûrement rangé ailleurs. Il y a rien, donc, vous ne l'avez pas mis là. C'est dans croissance peut-être non ?</p> <p>...</p> <p>P : Donc, et ben, oui, on est gêné, on peut pas retrouver votre fichier. Vous ne l'avez peut-être pas mis sur le réseau. Vous ne l'avez peut-être pas mis dans votre fichier. Vous êtes sur que vous l'avez mis dans votre groupe ?</p> <p>E : Oui.</p> <p>P :Bon, et ben....</p> <p>E :</p> <p>P : Bon, vas-y, donc fait retour, on va prendre dans un autre groupe, groupe A, vas-y, je crois que le groupe A...regarde, si non vous regardez sur****autres, vas-y...sur B, le groupe B alors... vous êtes le groupe ?</p> <p>E : B10</p> <p>P : B10 ... bon alors, allez-y, quelle est votre question ?</p> <p>E : <i>calculer le pourcentage d'augmentation de la population entre 1975 et 1990</i></p> <p>16 :12 P : bon, alors, quand on parle du pourcentage, qu'est-ce qu'il faut chercher ? ...il y a deux choses pour le pourcentage, quand je fais un pourcentage... je dis... tu vas écouter ? je vous dis, je mets 20 % d'augmentation sur le prix de base, donc ça veut dire que... si mon prix de base est de 100 F... 100 € pardon, si le prix de base est 100 €, le prix payé est de 120, l'augmentation est de 20 %, d'accord... donc là, il faut que vous cherchiez, qu'est-ce que c'est qui joue le rôle... de ça, qu'est-ce que c'est qui joue le rôle de ça et qu'est-ce que c'est qui joue le rôle de ça ? alors qu'est-ce que c'est qui joue le rôle du premier ? pourcentage d'augmentation, regardez, qu'est-ce que c'est ?</p> <p>E :</p> <p>P : 52,66</p> <p>E : et **** Et donc le pourcentage ***</p> <p>P : et ce que vous cherchez. Alors ...</p> <p>E :</p> <p>P : justement ce que vous cherchez, alors quand vous avez 100, vous avez le prix à payer 120, comment vous faites pour trouver 20 ?</p> <p>E :</p> <p>16 :14 P : vous avez 120, vous avez 100, comment faites-vous pour trouver 20... pour cent ?</p> <p>E :</p> <p>P : vous soustrairez 120 moins 100 et puis après vous divisez par ?</p> <p>E : ...</p> <p>P : alors, vous soustrairez, si je fais 120 ... je fais, je vais prendre le rouge et ici je vais mettre en bleu. ... ici c'est en rouge, comme je l'ai effacé, je me souviens plus ce que j'avais écrit...52,6...</p> <p>E : 66</p> <p>P : alors, qu'est-ce que j'ai fais ? quand je vais trouver 20 %, qu'est-ce que je fais, je prends ce qui a été écrit en vert, après qu'est-ce que je fais ?</p> <p>E : moins</p> <p>P : moins ce qui a été écrit en rouge, je fais la différence, d'accord et après ?</p> <p>E :</p> <p>P : ah non ! non, non, là j'ai 120, là j'ai 100 donc je vais trouver 20</p> <p>E : oui</p> <p>P : bon, je n'ai pas trouvé 20 %,</p> <p>E : non, effectivement....</p> <p>P : 20 % c'est... donnez-moi une autre écriture de 20 % !</p> <p>...</p> <p>P : 20 sur 100, d'accord ...ici j'ai 100, ici j'ai 120...ici j'ai 100... je prends mes feutres c'est compliqué de choisir le feutre et là j'ai mis...donc j'ai vert, et la noir ça correspond à rien, ça correspond pas à ce que je veux donc qu'est-ce qu'il faut que je fasse pour trouver 20 % ?... c'est 20 divisé par 100 donc il faut que ... je ...divise ce qui est dedans par ...</p> <p>E : 100</p> <p>16 :16 P : 100 donc il faut que je divise ce qui est là par... par ce qui est où ?</p> <p>E : en rouge</p> <p>P : en rouge... d'accord, alors maintenant je remets ce qu'il faut, je remets dans le rouge, je remets 52,66 d'accord, 52,66 dans le rouge, tout le monde est d'accord ? ce qui est important c'est la couler puisqu'il est au rôle*** ce qui est important, ce qui est en vert, c'est le rôle, tout le monde le voit, d'accord ce qui est en noir fait l'augmentation, ce que je trouve en bleu c'est... parce que je trouve ici la réponse...c'est le pourcentage d'augmentation, c'est bien ce que je cherche ! tout le monde est d'accord. Alors ici j'avais 120, ici j'ai 100, la différence fait 20, je divise ça par 100 ... je divise 20 par 100... et j'obtiens bien 20%, tout le monde suit ? vous me dites que ce qui correspond au rouge, c'est 52,66 d'accord, ce qui correspond au vert c'est ?</p>	<p>Le groupe ne trouve pas leur travail dans leur dossier sur le réseau.</p> <p>Muriel ouvre la feuille de calcul d'un autre groupe</p> <p>P_{EX} passe au tableau.</p> <p>20%</p> <table><tr><td>Prix de base 100 €</td><td>Prix payé 120 €</td></tr><tr><td>52,56</td><td>56,51</td></tr><tr><td colspan="2">20 %</td></tr><tr><td colspan="2">?</td></tr><tr><td></td><td>120</td></tr><tr><td></td><td>100</td></tr><tr><td colspan="2">20</td></tr><tr><td></td><td>20</td></tr><tr><td></td><td>100</td></tr><tr><td></td><td>20</td></tr></table> <p>56,51 120</p> <p>52,66 100</p> <p>3,95 20</p>	Prix de base 100 €	Prix payé 120 €	52,56	56,51	20 %		?			120		100	20			20		100		20
Prix de base 100 €	Prix payé 120 €																					
52,56	56,51																					
20 %																						
?																						
	120																					
	100																					
20																						
	20																					
	100																					
	20																					

		<p>E : 56,51 P : 56,51, le noir ça fait combien ? on a déjà fait le calcul. ... P : un... E : 1,32 P : vous êtes sûr que c'est 1,32... je sais pas moi... ça m'étonne que ça fasse 1,32 hein ? E : P : non, la différence E : ah, d'accord P : 56 moins ça, ça fait combien la différence ? E : P : mais attendez ! vous êtes quinze, seize, attendez la soustraction on voit ça à quel niveau ! ? E : 16 :18 P : bon, vous pouvez faire une soustraction hein ! Alors 56,61 moins 52... ça fait combien ? on l'a déjà fait en plus ! E : 3,95 P : 3,95 tout le monde est d'accord, ça veut dire qu'il faut que je divise 3,95 par 52,66 et je trouve combien ? ... P : on va le faire ! on va le faire au tableau avec le tableur ! alors on va mettre 100, tu prends une case quelque part, par là, tu mets 100, dans l'autre tu mets 120, ...120, d'accord, donc maintenant on va essayer de trouver la formule... alors égal, donc égal là... qu'est-ce que tu viens de faire 120 moins 100, donc 120 moins 100, d'accord et bon puis maintenant qu'est-ce que tu fais l'autre, tu fais égal... égal celle-là divisé par 100 et la magie d'un tableur ce que... à la place de 100, on va mettre... ? 16 :20 E : 52.. P : oui, combien on va mettre ? alors vas-y 52, 66... à la place de 120, on va mettre... et voilà et donc en bas qu'est-ce que c'est ? ... il y a un petit problème parce que t'avait dû... t'as pas dû recopier exactement ... 56...56... ah ! ah oui regarde! t'as mis 56,66 au lieu de 56,61 là ... ce n'est pas la même chose qu'en haut... là 56,61... non c'est dans l'autre, c'est dans l'autre ! là 56,61 et dans l'autre c'est c'est bon, voilà maintenant on va écrire ça sous forme de ... d'abord tu prends...oui là ici, tu vas écrire sous forme de... pourcentage, qu'est-ce que tu fais, tu vas chercher.... D'accord ? P : est-ce que tout le monde voit ça, tout ceux qui s'intéressent au cours, est-ce qu'ils voient ? est-ce que vous avez vu comment... Muriel ! vous comprenez pourquoi je ne voulais pas vous donner une réponse hier ? parce que je tiens à ce que vous cherchiez un petit quand même ça. Muriel : ** on a trouvé ça mais le problème....*** P : quel prix final ? Muriel : P : quand tu parles du pourcentage, c'est toujours par rapport au premier. 16 :22 Muriel : ** on avait dit, on avait une augmentation entre 75 et 90... et donc ça *** P : c'est bien ce qu'on vient de faire alors, c'est bien pareil. Bon après, on continue. Donc on vient de trouver une augmentation de 7,5 %. cette fois-ci on fait... vous pouvez vous taire s'il vous plaît, si vous vous intéressez pas, vous vous taisez ! ... je continue, <i>on fait</i>... ah pardon, vous continuez <i>on fait l'hypothèse</i> Muriel : <i>que la croissance de la population est exponentielle.</i> P : c'est à dire ? dans une copie de BAC, vous devez dire ? Muriel : P : comment vous pouvez dire de façon plus simple ? Dans la croissance... vous avez dit pour la question petit b, on fait l'hypothèse que la croissance de la population est linéaire, rappelez-vous ce que vous avez dit, vous avez dit «on fait l'hypothèse que.. P : on augmente de la même valeur ... P : tous les cinq ans la population. Et là, qu'est-ce que vous allez dire ? E : on va multiplier .. P : on multiplie par le même nombre ... la population tous les cinq ans, bon. Donc on va chercher ? E : coefficient multiplicateur P : voilà, alors ... on vous dit 16 :24 E : <i>montrer que le pourcentage trouvé en a) correspond à une augmentation de 2,44% tous les cinq ans.</i> P : alors, quand vous faites une augmentation, ici vous avez une augmentation de 7,5 %, par quel nombre avez-vous multiplié... je reviens à mon pourcentage... je reviens exactement à ce model-là, désolée je n'ai pas d'autre stylo que ça, cette fois-ci je cherche un coefficient multiplicatif, d'accord, par quel nombre je multiplie 100 pour trouver 120... par quel nombre je multiplie 100 pour trouver 120 ? ... P : si je multiplie par zéro, je vais trouver un nombre... plus petit donc ... ? ... 100, vous tapez 100 sur votre machine, ce n'est pas bien compliqué, *** tous les élèves de collège, de primaire ... E : P : 1,2 quel est le lien entre 20 % et 1,2 ? autrement dit ici, vous aviez 7,5% d'augmentation, quel est le ... par quel nombre multipliez-vous ? ... vous avez une augmentation de 7,5% par quel nombre multipliez-vous ? ... pour une augmentation de 20 % je multiplie par 1,20... pour une augmentation de 7,5% je multiplie par E : 0,75 P : si vous multipliez par 0,75, vous allez trouver un nombre... ? E : 1,75 16 :26 P : 1,75 ben... essaie ! 100 ... tu as 100, ce n'est pas bien compliqué !7,5 % ça veut dire que si vous avez 100, quand vous augmentez de 7,5%, ça veut dire que vous faites 100 plus 7,5 ça fait ... E : 107,5 P : 107,5 donc vous multipliez par ... ? vous prenez votre machine, vous tapez 100 et vous regardez ! E : 0,0.. P : si tu vas multiplier par zéro virgule, tu vas trouver un nombre plus petit E : P : un virgule...c'est évident, dites-moi le...et ce n'est pas 1,75 d'accord. donc si vous reteniez ça, enregistrez- le quelque part, ce n'est pas bien difficile de faire ça, vous avez une augmentation de 7,5%, vous avez 100, ça veut dire que vous trouvez 107,5 donc pour passer de 100 au 107,5 je multiplie par 1,075 maintenant le texte vous dis que vous avez une augmentation de 2,44%, c'est ça ?, je fais de mémoire, c'est ça ? E : oui, c'est ça P : donc...j'ai une augmentation de 2,44%, ça veut dire que sur 100 je vais obtenir ? E : 102,44 P : donc E : on multiplie par 1,02...</p>	 <p>Muriel entre ce que P_{EX} dit sur le tableur.</p> <p>Muriel entre 56,51 au lieu de 56,61. Elle le change et le tableur affiche cette fois 0,07500949</p> <p>Elle change le format de cellule pour le pourcentage. 7,50%</p> <p>P_{EX} passe au tableau.</p> 
--	--	---	---

16 :28	<p>P : ça a sonné ? ... d'accord... attendez vous marquez quelque chose quand même là vous marquez quelque chose, attendez... parce qu'on peut pas aller plus loin... c'est que...attendez, quand même, il faut, bon ce qui veut sortir, il peut sortir, les autres je finis, vous voulez sortir ? vous sortez vite, après je termine... s'il y a personne je terminerai pas, alors donc vous avez 75, 80, 85, 90 ... je n'ai pas de temps pour recopier les valeurs, d'accord, tout le monde voit les valeur au tableau, d'accord on vous dit que l'augmentation est de 2,44 ça veut dire que pour passer de celui à celui, je multiplie par 1,0244, pour passer de celui-là à celui-là, je multiplie par 1,0244 et celui 1,0... sachant que pour passer de celui-là à celui-là, je multiplie par, parce que je l'ai vu... 1,075 d'accord, or pour passer de celui-là à celui-là... je multiplie par combien ? je multiplie par</p> <p>E ; au carré</p> <p>P : au carré très bien! Et pour l'autre ça va être...</p> <p>E : au cube</p> <p>P : au cube, alors regardez la machine à calculer, combien ça fait... $1,0244^3$ et ça fait pareil ! d'accord, c'est très très important ça ! très très important ça ! allez à tout à l'heure.... Muriel tu peux le sauver...</p>	
--------	--	--

RESUME

Cette thèse porte sur les pratiques d'enseignants en environnement technologique. Elle vise à contribuer à la dimension 'enseignant' des recherches sur l'intégration des technologies dans l'enseignement des mathématiques, dimension qui s'est développée récemment pour prendre en compte les difficultés que rencontre cette intégration.

En nous appuyant sur des résultats de recherches antérieures, nous avons défini en deux axes notre champ d'étude : le premier est celui de la complexité pour l'enseignant des situations d'intégration d'outils informatiques. Le deuxième est celui de la variabilité des pratiques. En fonction de ces axes, nous sommes parties de l'idée que la gestion de classe par les enseignants est profondément marquée par les contraintes et opportunités des outils technologiques. Nous avons considéré que les phénomènes qui en découlent mettent en jeu de façon imbriquée des facteurs relatifs à la situation et à l'enseignant et que les variations de ces facteurs déterminent la variabilité des pratiques.

Pour nos observations, nous avons fait le choix d'observer des enseignants dans des conditions ordinaires durant l'enseignement des « suites » en classe de Première Littéraire. Dans cette classe, les textes officiels imposent l'utilisation d'outils informatiques, notamment un tableur et prennent en compte cette utilisation à l'évaluation (baccalauréat).

Le tableur est d'abord présenté comme un outil d'enseignement au lycée à travers les recherches existantes, l'analyse des programmes officiels et des manuels scolaires, notamment en Première Littéraire. Une place importante est ensuite consacrée à l'analyse des pratiques des enseignants observés ainsi qu'à leurs pratiques d'évaluation, sujet très peu abordé dans les recherches sur la technologie. Une comparaison des pratiques des deux enseignantes à l'aide d'un modèle théorique (dit le modèle de Saxe) est enfin proposée. Il s'agit d'interpréter plus finement ces pratiques et de rendre compte de leur variabilité.

MOTS CLES

intégration, technologie, pratiques d'enseignants, tableur, suite, première littéraire, modèle théorique, pratiques d'évaluation, baccalauréat

Editeur : IREM Université PARIS 7

Denis Diderot

Directeur responsable

de la publication : R. CORI

2 Place Jussieu. Case 7018

75251 PARIS Cedex 05

iremp7@ufrp7.math.jussieu.fr

www.irem-paris7.fr.st

Dépôt légal : novembre 2006

ISBN : 2-86612-292-5